

1 분석화학 영역

1 산-염기 평형 및 적정 영역

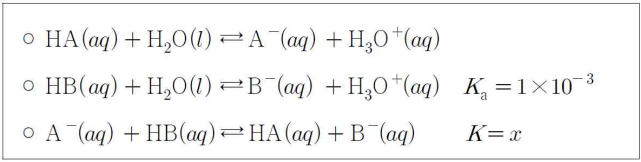


1차 분석화학 영역 적중 문항

전공 2교시 전공 A형 12번 서술형

2022학년도 대비 4-6월 분석화학 문제적용반

12. 다음은 3가지 평형 반응식과 25 °C에서의 평형 상수이다.

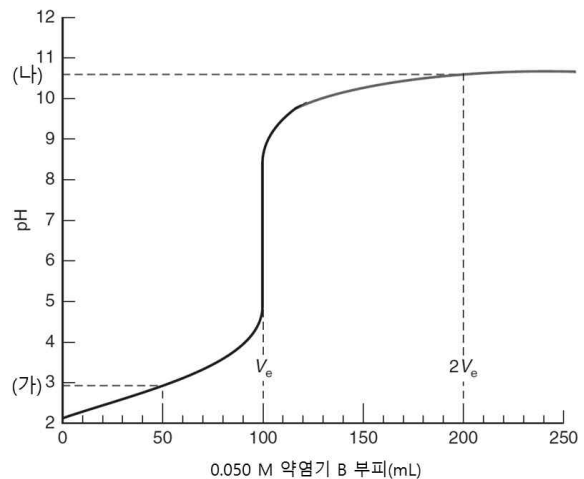


HA 0.01 mol과 NaA 0.05 mol을 물에 녹여 1 L로 만든 용액의 pH가 8.0일 때, x 의 값을 쓰시오. 또한, 이 용액에 HCl 0.01 mol과 HB 0.02 mol이 녹아 있는 수용액 1 L를 가했을 때, 혼합 용액의 $\frac{[\text{B}^-]}{[\text{HB}]}$ 를 구하는 과정과 결과를 쓰고, pH의 값을 쓰시오. (단, 온도는 25 °C로 일정하고, 혼합 용액의 부피는 초기 용액과 가한 용액의 부피의 합과 같다.) [4점]

미지 용액에 1000개 이상의 서로 다른 짝산-짝염기 쌍이 들어 있다. 미지 용액 중에 존재하는 일양성자산인 HA와 A^- 이온이 $\frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} = 2.0$ 의 비로 존재함을 정량했다면 이 용액의 pH를 구하시오. (단, HA의 $K_a = 5.0 \times 10^{-5}$ 이다.) [2점]

2022학년도 대비 7-9월 분석화학 문제반

다음은 0.050 M 일양성자성 약산(HA) 100 mL을 0.050 M 일양성자성 약염기(B) 수용액으로 적정했을 때의 적정 곡선이다. 약산과 약염기 적정반응의 평형 상수를 pK 값(유효 숫자 2개)으로 표현하고, 반당량점 부피($V_e/2$)의 pH를 (가)이고, 당량점 부피의 2배($2V_e$)일 때의 pH가 (나)일 때 (가)+(나)를 구하시오. (단, HA의 $pK_a = 2.86$ 이고, B의 $pK_b = 3.36$ 이다. 또한, $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ 이다.) [2점]



< 산-염기 영역 >

- ① 산-염기의 정의와 세기 비교, pH의 정의와 적용
- ② 일양성자성계 및 이양성자성계의 산염기 평형 이해와 적용, 분율조성, 등전 pH, 등이온 pH의 이해
- ③ 완충 작용의 이해와 응용, 완충용액의 제조와 관련계산
- ④ 산염기 적정, 적정곡선의 이해와 응용
- ⑤ 평준화 효과와 비수용액에서의 산염기 평형

② 기기분석의 이해(역상 분배 크로마토그래피)



1차 분석화학 영역 적중 문항

전공 2교시 전공 A형 11번 서술형

2022학년도 대비 7-9월 분석화학 문제반

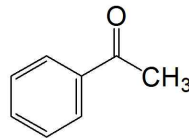
11. 표는 3가지 약산 HA, HB, HC가 혼합된 수용액을 분리하기 위해 역상 크로마토그래피를 수행하였을 때 이동상의 pH에 따른 머무름 인자(k)를 나타낸 것이다.

약산	k			
	pH = 11	pH = 8	pH = 5	pH = 2
HA	0.2	0.2	1.0	2.2
HB	0.2	0.2	0.2	5.5
HC	0.2	3.0	6.6	6.6

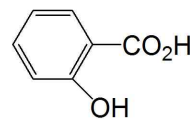
이동상의 pH가 5에서 2로 감소하면 HA의 k 가 증가하는 이유를 설명하시오. 또한, 3가지 약산 중 pK_a 가 가장 작은 것을 쓰고, pH = 5에서 가장 늦게 용리되는 것을 쓰시오. 그리고 pH를 5로 유지하면서 이동상의 극성을 감소시켰을 때 HC의 머무름 인자 크기를 6.6과 비교하시오. [4점]

실리카 입자에 옥틸기(C_8)가 공유 결합적으로 붙은 결합상의 정지상으로 분리된 3가지 분석 물질의 용량 인자를 아래에 나타내었다. 여기서 용리액 50 mM citrate 완충액 (NH_3 로 pH를 조정한)과 메탄올은 70 : 30의 부피로 섞은 혼합액이다.

분석물질	pH 3.00	pH 5.00	pH 7.00
아세트페논	4.21	4.28	4.37
살리실산	2.97	0.65	0.62
니코틴	0.00	0.13	3.11



아세트페논
 $pK_a = 21.6$



살리실산
 $pK_a = 3.0$



니코틴
 $pK_{b1} = 6.1$
 $pK_{b2} = 10.8$

pH 3.00 조건에서 각 화합물의 우세한 화학종(들)을 적고, 이동상의 pH를 pH 3.00에서 pH 7.00로 변화시킬 경우 각 화합물의 용량 인자(머무름 인자)의 변화를 구체적으로 설명하시오. [4점]

< 기기분석 영역 >

- ① 전자기파의 기본 성질, 분광광도계, Beer의 법칙
- ② 분자 흡수 분광법의 이해와 응용,
형광광도법의 이해와 응용
- ③ 원자분광법의 이해와 응용
- ④ 크로마토그래피분리법과 모세관 전기 이동법의 이해와 응용

③ 산화-환원 적정 및 전기화학(전위차법)



1차 분석화학 영역 적중 문항

전공 3교시 전공 B형 11번 서술형

2022학년도 대비 7-9월 분석화학 문제반

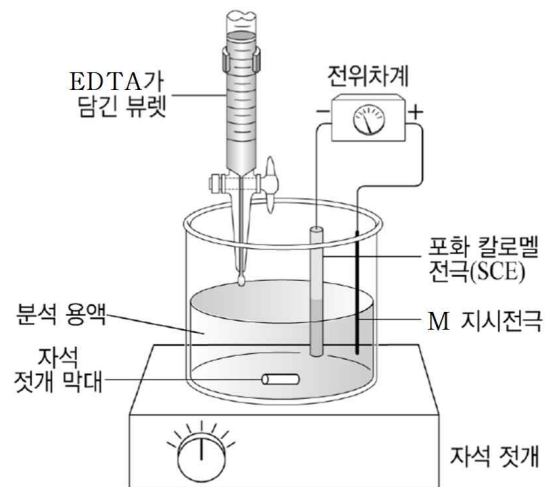
11. 다음은 전지 A 및 이와 관련된 25 °C에서의 자료이다.

S.C.E. || $M^{2+}(aq, xM, 100\text{ mL})$ | $M(s)$ $E = -1.033\text{ V}$

- $M^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons M(s)$ 의 표준 환원 전위: E°
- 포화 칼로멜 전극(S.C.E.)의 전위: $+0.241\text{ V}$
- $\frac{RT \ln 10}{F} = 0.0592\text{ V}$
- pH = 7에서 M^{2+} 과 EDTA 반응의 조건 형성 상수: 1×10^{13}

전지 A에서, $M(s)$ 가 포함된 반쪽 전지에서 일어나는 반쪽 반응을 쓰시오. 이 반쪽 전지에 0.89 M EDTA 용액 10 mL를 가하여 M^{2+} 을 일부 제거했을 때 A의 전지 전위가 0.0296 V만큼 감소하였다. 이때 x 의 값을 구하는 과정과 결과를 쓰고, E° 를 쓰시오. (단, 전지의 온도는 25 °C로 일정하며, $M(s)$ 가 포함된 반쪽 전지는 pH = 7로 완충되어 있다. 혼합 용액의 부피는 초기 용액과 가한 용액의 부피의 합과 같다. E , R , T , F 는 각각 전지 전위, 기체 상수, 온도, 패러데이 상수이다.) [4점]

그림과 같은 전위차법 적정장치를 사용하여 25 °C, pH = 10.00 완충용액 조건에서 분석 용액에 포함된 $2.0 \times 10^{-3}\text{ M } M^{2+}$ 50 mL를 $2.0 \times 10^{-3}\text{ M EDTA}$ 로 적정하였다. 여기서 기준 전극은 포화 칼로멜 전극(S.C.E.)를 사용하였으며, 이 전극의 전위는 0.24 V이다.



EDTA를 50 mL와 100 mL를 첨가했을 때의 전지 전위가 $E_{\text{전지}}$ 를 각각 구하시오. (단, pH = 10.00 완충용액 조건에서 $M(EDTA)^{2-}$ 의 $K_f' = 1.0 \times 10^9$ 이고, $M^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons M(s)$ 의 표준 환원 전위는 0.74 V다. 또한, Nernst 식은 $E = E^\circ - \frac{0.0592}{n} \log Q$ 을 이용한다.) [2점]

- ① 산화-환원 평형의 응용과 산화상태의 조절
- ② 산화-환원 적정과 응용
- ③ 화학전지, 표준환원전위, 네른스트 식, 표준 전위와 평형상수와의 관계
- ④ 전극과 전위차법, 전매무게 분석법, 전기량법, 전압전류법의 이해와 응용

② 물리화학 영역

① 열역학(편도함수 성질)



1차 물리화학 영역 적중 문항

전공 3교시 전공 B형 1번 기입형

2022학년도 대비 4-6월 물리화학 문계적응반

1. 다음은 엔탈피(H)가 온도(T)와 압력(P)의 함수일 때 dH 를 나타낸 식이다.

$$\circ dH = C_p dT + (1 - \alpha T) V dP$$

$$C_p = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_P \quad \alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$$

일정 압력 몰열용량($C_{p,m}$)이 $30 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ 인 기체 A 1 mol의 상태가 1 atm, 300 K에서 2 atm, 310 K로 변화했다. A를 이상 기체로 가정할 때 A의 엔탈피 변화(ΔH_1)를 J 단위로 쓰시오. 또한, A를 $P = \frac{nRT}{V - nb}$ 를 만족하는 실제 기체로 가정할 때 A의 엔탈피 변화(ΔH_2)와 ΔH_1 의 크기를 비교하시오. (단, n, R, V, b 는 각각 물질 양, 기체 상수, 부피, 상수($b > 0$)이고, 이 과정에서 $C_{p,m}$ 의 변화는 무시한다.) [2점]

$\left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T = -T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P + V$ 식을 이용하여 상태식이

$P = \frac{nRT}{(V - nb)}$ 인 기체에 대해 Joule-Thomson 계수 μ 를 n, b, C_p 가 포함된 식을 구하는 과정과 함께 표현하시오. 그리고 이 기체가 팽창했을 때 온도가 증가하는지 감소하는지를 판단하고, 그 이유를 적으시오. [4점]

- ① 분자의 병진, 회전, 진동 운동과 전자에 대한 볼츠만 분포와 파티션 함수 이해
- ② 파티션 함수와 열역학 함수와의 관계(내부에너지, 엔트로피, 열용량 등)
- ③ 일, 열, 에너지와 열역학 제 1 법칙(열과 엔탈피, 기체의 등온 등압 변화, 가역 비가역 과정 등)
- ④ 열역학 제 2, 3 법칙의 이해 및 적용(엔트로피, 열기관 효율 등)
- ⑤ 변화의 자발성과 깁스 자유에너지(헬름홀츠 에너지, 화학 퍼텐셜 등)

② 양자역학(양자 역학의 원리)



1차 물리화학 영역 적중 문항

전공 3교시 전공 B형 7번 서술형

2022학년도 대비 4-6월 물리화학 문제적응반

7. 다음은 어떤 2원자 분자의 진동 운동에 대한 슈뢰딩거 방정식을 풀어 구한 고유함수와 고유에너지이다.

- 고유함수: ψ_v ($v = 0, 1, 2, 3 \dots$)
- 고유에너지:

$$E_v = (v + \frac{1}{2})h\nu - \alpha(v + \frac{1}{2})^2h\nu \quad (v = 0, 1, 2, 3 \dots)$$

이 분자의 진동 운동 상태를 기술하는 정규화된 파동함수(Ψ)가 다음과 같이 표현될 때, 진동 에너지(E)의 기댓값($\langle E \rangle$)은 $\frac{5}{3}h\nu$ 이다.

$$\Psi = \frac{1}{2}\psi_0 + \frac{1}{2}\psi_1 + c\psi_2 \quad (c > 0)$$

c 의 값을 쓰시오. 또한, $\langle E \rangle$ 의 값을 $E_0 \sim E_2$ 를 포함하는 식으로 쓰고, α 의 값을 구하는 과정과 결과를 쓰시오. (단, v , α , h , ν 는 각각 진동 양자수, 비조화 상수, 플랑크 상수, 진동수이다. $\psi_0 \sim \psi_2$ 는 모두 정규화되어 있고 서로 직교한다.) [4점]

다음은 고유함수가 Φ_{m_l} 인 고리상 입자의 파동함수(Ψ)를 나타낸 것이다.

$$\Psi = c_1\Phi_1 + c_2\Phi_2 \quad \Phi_{m_l}(\phi) = \frac{e^{im_l\phi}}{\sqrt{2\pi}}$$

각운동량의 기댓값이 $1.64\hbar$ 일 때, 계수 c_1 과 c_2 를 쓰시오. (단, m_l 은 양자수이며, c_1 과 c_2 는 실수이다.) [2점]

- ① 양자역학적 현상 이해(흑체 복사, 광전효과, 원자 스펙트럼, 입자-파동 이중성, 불확정성 원리 등)
- ② 양자역학의 기본 가설 및 원리와 슈뢰딩거 방정식의 이용 및 해석
- ③ 병진, 회전, 진동 운동에 대한 양자화학적 이해
- ④ 수소 및 다전자 원자의 구조와 전자장 상호작용의 이해
(수소원자 스펙트럼, 원자 항 기호, 훈트 규칙, 선택 규칙 등)

③ 양자역학(위켈 근사법)



1차 물리화학 영역 적중 문항

전공 2교시 전공 A형 8번 서술형

2022학년도 대비 11월 19일 시크릿반

8. 다음은 고리형 $C_3H_3^+$ (A)에 대한 휘켈(Hückel) 근사법에 대한 자료이다.

[원자 궤도함수]

○ $\chi_1 \sim \chi_3$ 은 3개의 탄소 원자가 이루는 평면에 수직인 각 탄소의 정규화된 $2p$ 원자 궤도함수이다.

[연산자, 쿨롱 적분, 공명 적분, 겹침 적분]

○ \hat{H} : 해밀턴 연산자

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

○ $\int \chi_i^* \hat{H} \chi_j d\tau = \beta \quad (|i-j|=1 \text{ 또는 } 2)$

○ $\int \chi_i^* \chi_j d\tau = 0 \quad (i \neq j)$

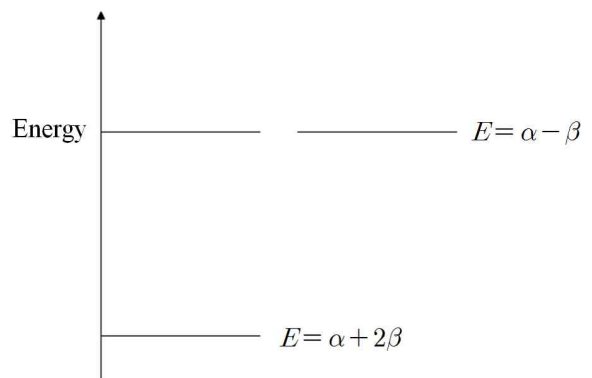
[3×3 행렬식의 전개]

○ $\begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{vmatrix} = a \begin{vmatrix} e & f \\ h & i \end{vmatrix} - b \begin{vmatrix} d & f \\ g & i \end{vmatrix} + c \begin{vmatrix} d & e \\ g & h \end{vmatrix}$

A에서 π 분자 궤도함수의 에너지 준위가 E 이고 $\frac{\alpha - E}{\beta} = x$ 일 때, 3×3 영년 행렬식(secular determinant)을 x 를 포함하는 식으로 쓰시오. 또한, 바닥상태 A의 비편재화(delocalization) 에너지를 구하는 과정과 결과를 α 또는 β 를 포함하는 값으로 쓰시오. 그리고 A의 최고 점유 분자 궤도함수(HOMO)가 $\psi_{HOMO} = c_1 \chi_1 + c_2 \chi_2 + c_3 \chi_3$ 일 때, $c_1 + c_2 + c_3$ 의 값을 쓰시오. (단, $\beta < 0$ 이고 $c_1 > 0$ 이다. ψ_{HOMO} 는 정규화되어 있다. 휘켈 근사법으로 구한 에틸렌의 π 결합 궤도함수의 에너지 준위는 $\alpha + \beta$ 이다.) [4점]

다음은 Hückel 근사법에 관한 내용이다. 물음에 답하시오. [4점]

- (1) 선형 H_3 분자와 고리형 H_3 분자에 대한 영년 행렬식을 적으시오. (2점)
- (2) H_3^+ 분자 이온은 일찍이 1912년 J.J. Thomson에 의해서 발견되었으며, 등변 3각형의 고리형 구조는 근래에 와서 겨우 M.J. Gaillard 등에 의해서 확인되었다(Phys. Rev. A17, 1797(1978)). H_3^+ 분자 이온의 분자궤도함수 에너지를 Coulomb 적분 α 와 공명 적분 β 로 나타내면 다음과 같다. H_3^{2+} , H_3^+ , H_3 , 및 H_3^- 들의 결합 에너지를 α 와 β 가 포함된 식으로 각각 표현하시오.



- ① 양자역학적 현상 이해(흑체 복사, 광전효과, 원자 스펙트럼, 입자-파동 이중성, 불확정성 원리 등)
- ② 양자역학의 기본 가설 및 원리와 슈뢰딩거 방정식의 이용 및 해석
- ③ 병진, 회전, 진동 운동에 대한 양자화학적 이해
- ④ 수소 및 다전자 원자의 구조와 전자장 상호작용의 이해 (수소원자 스펙트럼, 원자 항 기호, 훈트 규칙, 선택 규칙 등)

④ 분자분광학(외전 마이크로파 분광학)



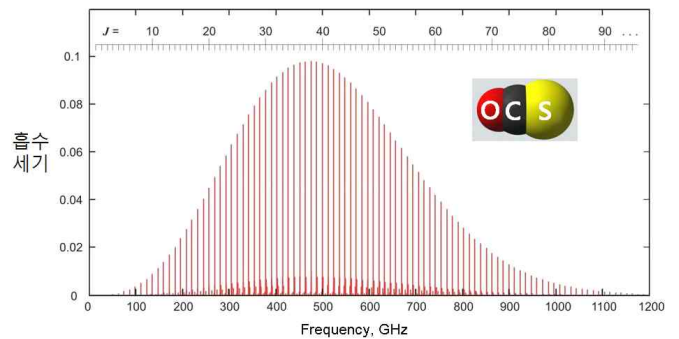
1차 물리화학 영역 적중 문항

전공 2교시 전공 A형 1번 기입형

2022학년도 대비 7-9월 물리화학 문제반

1. $^1\text{H}^{79}\text{Br}$ 의 마이크로파 스펙트럼에서 인접한 두 피크의 간격(Δ)이 $a\text{ cm}^{-1}$ 로 일정할 때, $J=4 \leftarrow J=3$ 전이에 해당하는 피크의 파수(cm^{-1})를 쓰시오. 또한, $^2\text{H}^{79}\text{Br}$ 의 마이크로파 스펙트럼에서 예측되는 Δ 를 a 를 포함하는 값으로 쓰시오. (단, ^1H , ^2H , ^{79}Br 의 원자량은 각각 1, 2, 79이고, $^1\text{H}^{79}\text{Br}$ 와 $^2\text{H}^{79}\text{Br}$ 의 결합 길이는 같다. J 는 각운동량 양자수이고, 원심 일그러짐과 Stark 효과는 무시한다.) [2점]

그림은 진동수(GHz)에 따른 $^{16}\text{O}^{12}\text{C}^{32}\text{S}$ 분자의 마이크로파 흡수 스펙트럼이다. 선들 사이의 간격은 측정된 양자수 J 의 범위에서 일정한 것으로 알려져 있으며, 그 간격은 12.16 cm^{-1} 이다. $^{16}\text{O}^{12}\text{C}^{32}\text{S}$ 분자가 마이크로파 흡수 스펙트럼이 측정되는 이유를 적으시오. $^{16}\text{O}^{12}\text{C}^{32}\text{S}$ 분자의 회전상수(B, cm^{-1})를 구하는 과정과 결과를 적으시오. 또한, $^{16}\text{O}^{12}\text{C}^{32}\text{S}$ 분자가 측정된 양자수 J 의 범위에서 선들 사이의 간격이 일정하다는 것은 무엇을 의미하는지 적으시오. (단, $^{16}\text{O}^{12}\text{C}^{32}\text{S}$ 분자의 회전상수(B, cm^{-1})는 소수점 둘째 자리까지 구하시오.) [4점]



- ① 분자 분광학의 일반론(흡수, 발광, 산란, 전이 쌍극자 모멘트와 전이 등)
- ② 회전 및 진동 스펙트럼의 이해와 적용
(선택 규칙, 스펙트럼 특징, 진동-회전 전이, 흡수와 라만 산란, 진동 기준 방식 등)
- ③ 전자 스펙트럼의 이해와 적용
(프랭크-콘돈 원리, 선택 규칙, 전자 스펙트럼의 특징, 형광과 인광, 애리, 광화학 등)

⑤ 평형변화(반응속도론 : 1차와 2차 반응 속도 비교)



1차 물리화학 영역 적중 문항

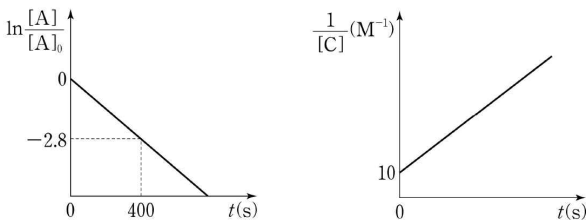
전공 3교시 전공 B형 6번 서술형

2022학년도 대비 4-6월 물리화학 문제적응반

6. 다음은 반응 (가)와 (나)의 화학 반응식이다.

- (가) $A \rightarrow B$
(나) $2C \rightarrow D$

그림에서 두 직선은 (가)와 (나)가 각각 진행될 때 반응 시간(t)에 따른 $\ln \frac{[A]}{[A]_0}$ 와 $\frac{1}{[C]}$ 을 나타낸 것이다. (가)에서 $t = t_1$ 일 때 $[A] = \frac{[A]_0}{4}$ 이다. (나)에서 $t = 0.5t_1$ 일 때 $[C] = 0.05M$ 이고, $t = t_2$ 일 때 $[C] = 0.02M$ 이다.



(가)와 (나)의 반응 차수를 각각 쓰시오. 또한, t_1 의 값을 쓰고, t_2 의 값을 구하는 과정과 결과를 쓰시오. (단, $\ln 2 = 0.7$ 이다. 반응 용기의 부피와 온도는 일정하고 $[A]_0$ 는 (가)에서 A의 초기 농도이다.) [4점]

화합물 B의 분해반응에 관한 다음 자료를 이용하여 물음에 답하시오. [4점]

<자료1>

574°C (847 K)에서 분해반응 시간에 따른 농도 변화

시간(초)	[B], mol/L	ln[B]	1/[B]
0	1.000	0.000	1.000
1	0.581	-0.543	1.720
2	0.410	-0.892	2.440
3	0.316	-1.152	3.160

<자료2> 분해반응 속도상수의 온도 의존성
(*속도상수의 단위는 생략하였음)

온도 (°C)	속도상수 (k)*	lnk	T(K)	1/T
508	0.08	-2.525	781	1.28×10^{-3}
540	0.24	-1.427	813	1.23×10^{-3}
574	?	-	847	1.18×10^{-3}

<자료1>을 이용하여 분해반응의 반응 차수를 구하고, 574°C에서의 속도상수를 구하시오. 속도상수의 단위를 반드시 쓰시오. <자료2>와 다음 아레니우스(Arrhenius)식을 이용하여 분해반응의 활성화에너지(kJ/mol)를 구하시오. (구한 값은 소수점 이하에서 반올림한다.)

$$k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}$$

여기서 k 는 반응속도상수, A 는 잣음울(frequency factor), E_a 는 활성화에너지, R 은 기체 상수(여기서는 $8.0 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$ 을 사용할 것), T 는 절대온도이다.

- ① 상평형 및 상변화의 원리
- ② 혼합과 관련된 열역학 에너지(용해, 삼투압, 끓는점 오름, 어는점 내림 등 증발성)
- ③ 기체 및 용액이 이상성 비이상성(라울의 법칙, 헨리의 법칙)
- ④ 화학 평형의 원리, ⑤ 전기화학에서의 열역학
- ⑥ 기체 분자 운동론, 기체 및 액체 분자의 움직임(충돌, 분출, 이동도, 전도도, 확산, 점성 등)
- ⑦ 반응속도의 정의 반응속도 법칙, 반응 차수, 반응의 종류, 반응 속도의 측정 등
- ⑧ 반응 메커니즘의 이해(단위반응, 다단계 반응, 근사법, 동위원소 효과, 전이 상태 이론, 퍼텐셜 에너지 표면 등)
- ⑨ 복잡한 반응의 속도(효소 촉매 반응, 사슬 반응, 고분자 반응, 광화학 반응 등)
- ⑩ 표면 흡착 및 탈착, 흡착 및 탈착 속도, 표면 촉매 활성화

③ 무기화학 영역
① 고체화학



1차 무기화학 영역 적중 문항

전공 2교시 전공 A형 4번 서술형

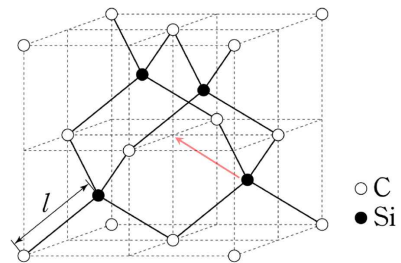
2022학년도 대비 11월 20일 시크릿반

4. 표는 금속 X와 Y에 대한 자료이다.

금속	X	Y
결정 구조	단순 입방	면심 입방
단위 세포		
원자량	a	$0.2a$
밀도	d	$2.7d$
원자 반지름	r	$\frac{1}{2}r$

ⓐ를 l 을 포함하는 값으로 쓰고, ⓑ를 r 를 포함하는 값으로 쓰시오.
[2점]

그림은 탄화 규소(SiC)의 결정에서 입방 결정계 단위 세포에 있는 원자의 배열을 모형으로 나타낸 것이다. Si는 가장 가까운 (ⓐ)개의 C에 의해 정사면체 배위 구조를 형성한다.



(ⓐ)를 결정하고, 이 결정에서 C와 Si의 핵간 거리(l)가 a cm일 때, SiC 결정의 밀도(g/cm^3)를 a 와 b 가 포함된 식을 구하는 과정과 그 결과로 표현하시오. 단위 세포에 있는 일부의 Si(●)가 화살표(↖) 방향으로 위치 이동할 때 일어나는 결함(defect)의 종류, 결함(defect)의 원인(1개) 및 밀도의 변화를 각각 적으시오. (단, C와 Si의 몰질량(g/mol)은 각각 12와 28이고, 아보가드로 수(N_A)는 b/mol 이다.)

- ① 이온결정형성의 열역학
- ② 결정성 고체의 구조
- ③ 고체의 결합
- ④ 부분적인 공유 결합성의 고려(Fajans 규칙)

② 대칭성과 군론



1차 무기화학 영역 적중 문항

전공 3교시 전공 B형 10번 서술형

2022학년도 대비 4-6월 무기화학 문제적응반

10. 다음은 C_{2v} 점군의 지표표이다.

C_{2v}	E	C_2	$\sigma_v(xz)$	$\sigma'_v(yz)$		
A_1	1	1	1	1	z	x^2, y^2, z^2
A_2	1	1	-1	-1	R_z	xy
B_1	1	-1	1	-1	x, R_y	xz
B_2	1	-1	-1	1	y, R_x	yz

삼각 쌍뿔 구조인 PF_3Cl_2 의 3가지 기하 이성질체가 속하는 점군 중, C_{2v} 를 제외한 나머지 2가지 점군을 쓰시오. 또한, C_{2v} 점군에 해당하는 분자의 모든 운동에 대한 기약 표현을 구하는 과정과 그 결과를 쓰고, IR 활성인 진동 운동에 대한 기약 표현을 쓰시오.

[4점]

$IO_2F_3^{2-}$ 이온의 3개의 가능한 기하 이성질체들의 입체 구조와 점군을 모두 결정하십시오. 측정된 안정한 $IO_2F_3^{2-}$ 이온은 802 cm^{-1} 와 834 cm^{-1} 에서 I-O 신축 진동(대칭 신축 진동과 비대칭 신축 진동)에 대한 적외선 활성을 보인다. 적외선 스펙트럼을 근거로 실제로 존재하는 $IO_2F_3^{2-}$ 이온과 가장 유사한 구조를 지표표 성질과 원자가 껍질 전자쌍 반발(VSEPR) 모형에 근거하여 결정하고, 그 과정을 구체적으로 표현하십시오. [4점]

구조 표기	A 구조	B 구조	C 구조
점군			
가능한 입체 구조			

	E	C_2	$\sigma_v(xz)$	$\sigma'_v(yz)$				E	σ_h		
A_1	1	1	1	1	z	x^2, y^2, z^2	A'	1	1	x, y, R_z	x^2, y^2, z^2, xy
A_2	1	1	-1	-1	R_z	xy	A''	1	-1	z, R_x, R_y	yz, xz
B_1	1	-1	1	-1	x, R_y	xz					
B_2	1	-1	-1	1	y, R_x	yz					

2022학년도 대비 4-6월 무기화학 문제적응반

C_{4v} 의 점군을 가지는 $XeOF_4$ 은 비활성 기체 중에서 많은 흥미로운 구조 중 하나이다. 이것의 대칭을 기준으로 하여 $XeOF_4$ 원자들의 모든 운동에 대해 기약 표현의 지표값(χ)이 아래와 같을 때, 기약 표현을 구성하는 기약 표현으로 구하는 과정과 그 결과를 적으시오. 이 결과를 이용하여 진동 운동에 해당하는 기약 표현을 구하십시오. 그리고 Xe-O 신축 진동에 해당하는 기약 표현을 구하고, IR 및 Raman 활성 여부를 판단하십시오. [4점]

C_{4v}	E	$2C_4$	C_2	$2\sigma_v$	$2\sigma_d$		
A_1	1	1	1	1	1	z	$x^2 + y^2, z^2$
A_2	1	1	1	-1	-1	R_z	
B_1	1	-1	1	1	-1		$x^2 - y^2$
B_2	1	-1	1	-1	1		xy
E	2	0	-2	0	0	$(x, y), (R_x, R_y)$	(xz, yz)

C_{4v}	E	$2C_4$	C_2	$2\sigma_v$	$2\sigma_d$
Γ	18	2	-2	4	2

- (1) 분자구조 및 결합론 : ① 루이스 구조, ② 원자가 결합 이론, ③ 분자궤도함수의 표현
- (2) 대칭성과 군론 : ① 점군, ② 군의 특성과 표현
- (3) 산-염기 화학

③ 배위화학 1

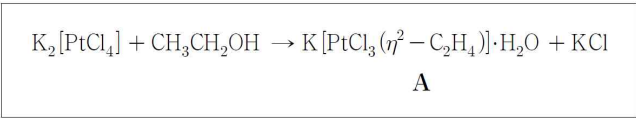


1차 무기화학 영역 적중 문항

전공 3교시 전공 B형 2번 기입형

2022학년도 대비 1-3월 무기화학 이론반

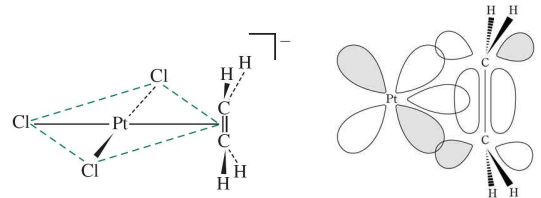
2. 다음은 화합물 A가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



에틸렌의 C=C 신축 진동 주파수는 ①이고 A에서 배위된 에틸렌의 C=C 신축 진동 주파수는 ②일 때, ①과 ② 중 큰 것을 쓰시오. 또한, 1 mol의 $[PtCl_3(\eta^2-C_2H_4)]^-$ 과 1 mol의 NH_3 가 반응할 때 주생성물의 기하 구조를 그리시오. [2점]

① Zeise 염($K[Pt(\eta^2-C_2H_4)Cl_3]$)

① 그림과 같이 $[PtCl_3(C_2H_4)]^-$ 에서 Pt 이온과 에틸렌의 결합 형태를 나타냄. 여기서 Pt 원자의 전자 배치는 $[Xe]4f^{14}5d^96s^1$ 임.



② 에틸렌은 π 결합 전자쌍을 이용하여 전자 밀도를 금속에게 σ 결합 형태로 제공하고 있으며, 동시에 에틸렌 리간드는 금속의 d 궤도함수로부터 리간드의 비어 있는 π^* 궤도함수로 π 결합 형태로서 전자 밀도를 되돌려 받을 수 있음. 이것은 σ 주개성과 π 받개성의 상승 효과를 보여주는 예임.

③ 에틸렌 착물에서 결합의 모형이 사실이라면 측정된 C-C 결합 길이와 일치하여야 함. Zeise 염에서 C-C 결합 길이는 137.5 pm인데 비하여 자유 에틸렌에서는 133.7 pm임.

④ 이와 같이 결합이 길어진 것은, 우선 전자 밀도를 σ 결합 형태로 금속에게 제공하여 리간드 내의 π 결합성 전자 밀도를 감소시킴으로써 C-C 결합을 약하게 함. 더구나 전자 밀도가 금속으로부터 리간드의 π^* 궤도함수에 역제공되어 반결합성 궤도함수에 채워짐으로써 C-C 결합의 세기가 더 약해짐. 따라서 실질적인 효과는 결합된 C_2H_4 리간드에서의 C-C 결합을 약하게 하고 길어지게 함.

- (1) 분자구조 및 결합론 : ① 루이스 구조, ② 원자가 결합 이론, ③ 분자궤도함수의 표현
 (2) 대칭성과 군론 : ① 점군, ② 군의 특성과 표현
 (3) 산-염기 화학

④ 배위화학 2



1차 무기화학 영역 적중 문항

전공 2교시 전공 A형 10번 서술형

2022학년도 대비 1-3월 무기화학 이론반

10. 표는 2가지 착화합물에 대한 자료이다.

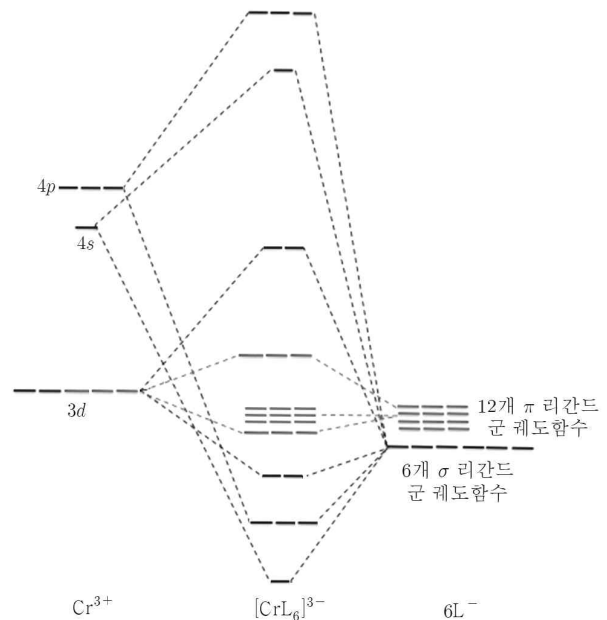
착화합물	$[\text{CoCl}_4]^{2-}$	$[\text{IrBr}_6]^{2-}$
순스핀(spin-only) 자기 모멘트(BM)	3.87	1.73

$[\text{CoCl}_4]^{2-}$ 의 결정장 안정화 에너지(CFSE) 절대값이 9600 cm^{-1} 일 때, 착화합물 $[\text{CoCl}_6]^{4-}$ 의 d 궤도함수 갈라짐 에너지 $\Delta_o (\text{cm}^{-1})$ 를 구하는 과정과 결과를 쓰시오. 또한, $[\text{IrBr}_6]^{2-}$ 과 착화합물 $[\text{IrBr}_6]^{3-}$ 의 UV/Vis 스펙트럼에서 리간드로부터 금속으로의 전하이동에 의해 나타나는 흡수 띠의 개수를 각각 쓰시오. (단, Co와 Ir의 바닥상태 전자 배치는 각각 $[\text{Ar}]3d^74s^2$ 와 $[\text{Xe}]4f^{14}5d^76s^2$ 이다. BM은 Bohr magneton이고, 팔면체 화합물에서 일그러짐은 무시한다.) [4점]

착화합물 이온 $[\text{CoCl}_4]^{2-}$ 는 사면체 구조를 가진다. $3d$ 전자들에 대해 결정장 이론(CFT)에 따른 궤도함수 에너지 준위 그림을 그리고 전자를 채우시오. 또한 결정장 안정화 에너지(CFSE)를 계산하시오. [2점]

2022학년도 대비 4-6월 무기화학 문제적응반

그림은 정팔면체 $[\text{CrL}_6]^{3-}$ 착화합물의 σ 및 π 분자 궤도함수 도표를 나타낸 것이다. 여기서 L은 할로겐 원소이다.



$[\text{CrL}_6]^{3-}$ 착물의 σ 결합에 관한 결합 자수와 π 결합에 관한 결합 자수를 각각 표현하시오. $[\text{CrF}_6]^{3-}$, $[\text{CrCl}_6]^{3-}$ 착물 중에서 결정장 갈라짐 에너지가(Δ_o, cm^{-1})가 큰 것을 고르시오. $[\text{CrF}_6]^{3-}$, $[\text{CrCl}_6]^{3-}$ 착물 중에서 LMCT (리간드에서 금속으로의 전하이동)의 흡수 파장이 작은 것을 고르시오. [4점]

- ① 결합
- ② 전자 스펙트럼(상관도표의 이해)
- ③ 구조와 이성질체
- ④ 반응 및 메커니즘

④ 유기화학 영역

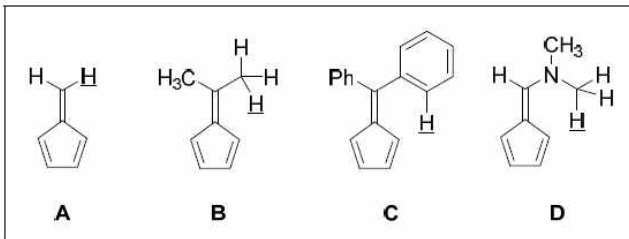


1차 유기화학 영역 적중 문항 1

2022학년도 2교시 A형 2번 기입형

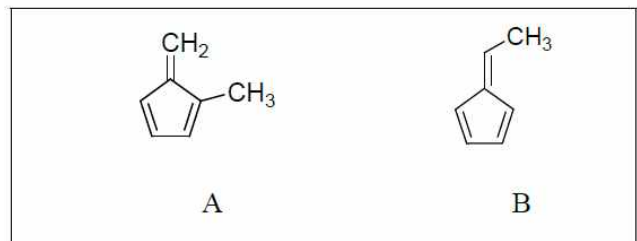
파이널 적중 모의고사 4회 3교시 2번

2. 다음은 4가지 methylene cyclopentadiene 화합물이다.



밑줄 친 수소에 해당하는 pK_a 만을 고려할 때, A~D 중 pK_a 값이 가장 작은 것을 쓰시오. 화합물 C는 탄소와 수소로만 이루어졌음에도 불구하고 쌍극자 모멘트가 크다. 이를 설명하기 위한 C의 공명 구조 1가지를 그리고, 쌍극자 모멘트를 화살표를 이용하여 양전하에서 음전하 방향으로 표시하시오. [2점]

2. 다음 컨쥬게이션(conjugation) 화합물 A와 B에서 메틸기(CH₃)의 산성도 비교하고 그 이유를 설명하시오. [2점]



기출 설명

염기에 의해 밑줄 친 수소가 제거되고 생성된 음이온이 공명을 통해 cyclopentadienyl anion으로 전환되면 방향족성을 가지므로 산성도가 높아진다.

- ① 산과 염기
- ② 입체화학
- ③ 작용기와 반응성 및 반응형태
- ④ 입체화학유기 반응 및 합성
- ⑤ 유기 분자 구조 결정법
- ⑥ 유기화학 실험



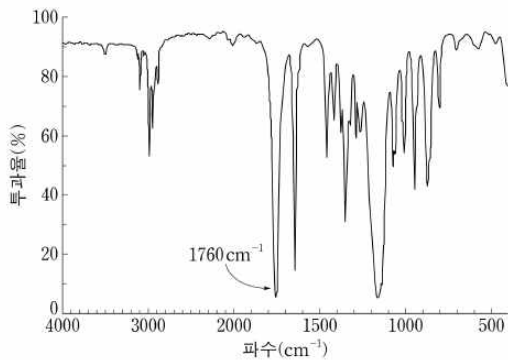
1차 유기화학 영역 적중 문항 2

2022학년도 2교시 A형 3번 기입형

4월 자신만만 유기 분광학 p28

3. 다음은 분자식이 $C_5H_8O_2$ 인 어떤 화합물의 IR와 1H NMR 스펙트럼이다. 이 화합물의 구조를 그리고, 4.87 ppm 피크에 해당하는 수소에 동그라미로 표시하시오. (단, 1H NMR 스펙트럼의 여백에 있는 그림은 4.5~7.4 ppm 영역의 피크를 확대한 것이다.) [2점]

[IR 스펙트럼]

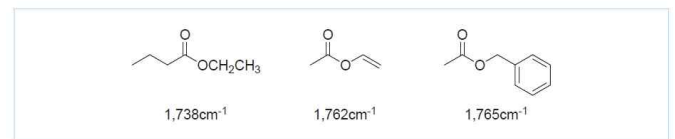


<기술 설명>

IR 스펙트럼에서 1760cm^{-1} 에 카보닐기가 존재함을 확인할 수 있고, H-NMR에서 1.1~2.5ppm에서는 ethyl기, 4.6~4.8ppm에서는 methylene(CH_2), 7.3ppm에서는 methine(CH)가 존재한다.

methylene(CH_2)과 methine(CH)은 이중 결합으로 연결되어 있으므로 산소를 중심으로 vinyl기와 ethyl ketone이 양쪽으로 존재하는 화합물임을 알 수 있다.

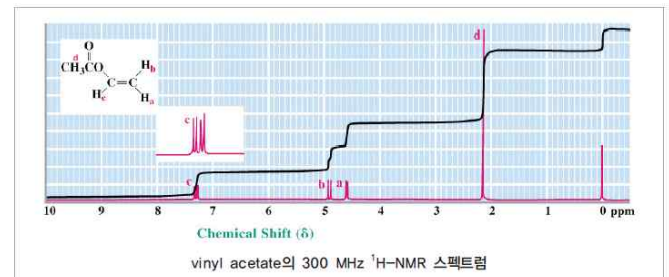
예를 들어 일반적인 에스터는 1738cm^{-1} 인 반면 에스터에 바이닐기가 있는 경우는 1762cm^{-1} 만큼 증가한다. 벤젠 고리 또한 마찬가지로 전자를 끌어올 수 있으므로 1765cm^{-1} 로 파수가 $25\sim30\text{cm}^{-1}$ 만큼 증가한다는 것을 알 수 있다.



유기화학에서 가장 중요한 효과가 공명 효과라는 것을 이와 같은 예로 확인할 수 있다.

4월 자신만만 유기 분광학 p71

예를 들어 vinyl acetate의 구조와 스펙트럼을 살펴 보면.



세 개의 수소가 존재하는데, 먼저 화학적 이동값을 생각해 보면 이중결합을 중심으로 생각해 보자. H_c 는 화학적 이동값이 가장 크다. 왜냐하면 H_c 는 똑같은 이중결합이지만 강한 전자끌개인 acetoxy group이 치환된 탄소에 치환되어 있을 뿐만 아니라 carbonyl group의 anisotropy effect(비등방성 효과)를 받아서 H_c 는 H_a, H_b 보다 더 큰 화학적 이동값을 갖게 된다. H_b 와 H_a 를 비교해보면, H_b 의 화학적 이동값이 더 크다. H_b 와 H_a 는 동일한 탄소에는 연결되어 있기 때문에 전자 끌개 효과로 설명할 수는 없다. 그것보다는 acetoxy group과 같은 방향에 있는 H_b 가 H_a 보다는 상대적으로 비등방 효과를 약간 더 많이 받기 때문에 더 벗겨져서 상대적으로 더 큰 화학적 이동값을 가진다. 따라서, 비등방 효과가 가장 작은 H_a 가 화학적 이동값이 가장 작다. 또한, acetoxy group에 있는 methyl group의 수소(H_d)는 이웃하는 탄소가 carbonyl group이기 때문에 딱지칠 수가 없으므로 전형적인 화학적 이동값 2.1ppm에서 단일선으로 관찰이 된다.

$$\delta H_c > \delta H_b > \delta H_a > \delta CH_3(H_d)$$

- ① 산과 염기
- ② 입체화학
- ③ 작용기와 반응성 및 반응형태
- ④ 입체화학유기 반응 및 합성
- ⑤ 유기 분자 구조 결정법
- ⑥ 유기화학 실험

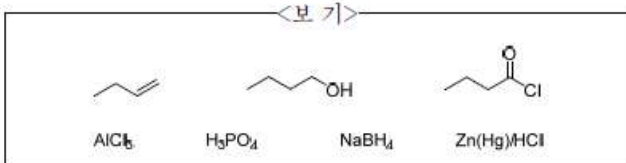
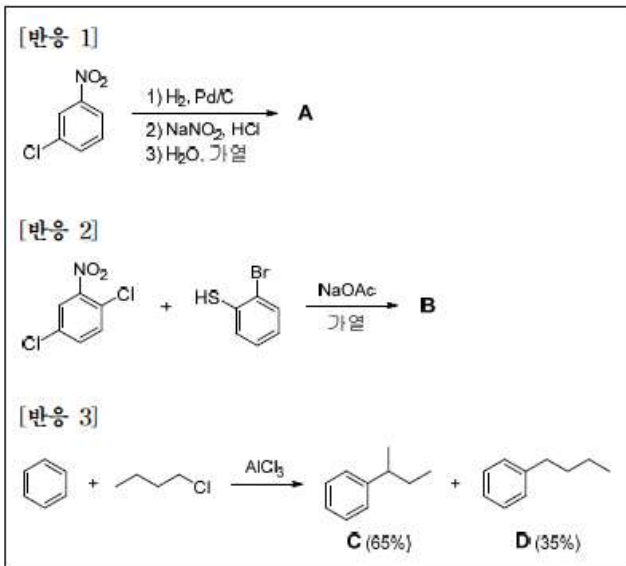


1차 유기화학 영역 적중 문항 3

2022학년도 3교시 B형 8번 서술형

1~3월 all in one 통합이론서 p191
12장 친전자성 방향족 치환반응

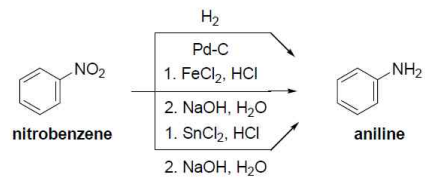
8. 다음은 방향족 화합물의 반응을 나타낸 것이다. (단, 각 반응에서는 적절한 분리·정제 과정을 수행하였다.)



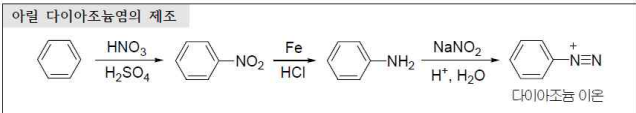
[반응 1]과 [반응 2]에서 주생성물 A와 B의 구조를 각각 그리시오. 또한, [반응 3]에서 C가 주생성물로 생성되는 이유를 서술하고, <보기>에서 시약을 선택하여 벤젠으로부터 D를 합성하는 가장 적절한 반응식을 2단계로 쓰시오. [4점]

3. 나이트로기의 환원

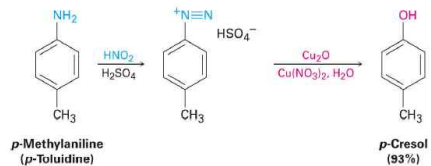
나이트로기(NO₂)는 H₂와 촉매, 또는 금속(Fe 또는 Sn)과 HCl 과 같은 센 산을 사용하여 아미노기(NH₂)로 쉽게 환원될 수 있다.



1~3월 all in one 통합이론서 p315~316
21장 아민과 헤테로고리 화합물



② 아릴 다이아조늄염을 Cu(NO₃)₂ 수용액에서 Cu₂O와 반응시켜 페놀을 얻는 반응



1~3월 all in one 통합이론서 p178
12장 친전자성 방향족 치환반응

4. 반응이 일어나는 동안 간혹 알킬 탄소양이온의 자리 옮김이 일어난다. 특히 1차 할로젠화 알킬을 사용한 경우 자리옮김이 잘 일어난다.



- ① 산과 염기
- ② 입체화학
- ③ 작용기와 반응성 및 반응형태
- ④ 입체화학유기 반응 및 합성
- ⑤ 유기 분자 구조 결정법
- ⑥ 유기화학 실험