

3. 다음은 이상 기체 **A**에 대한 자료이다.

- **A**는 이원자 분자이다.
- **A**의 회전 온도(Θ_R)는 50 K이다.
- **A** 1.0 mol을 <과정 1> 또는 <과정 2>와 같이 변화시킬 때, 각 과정에서 계의 변화 전과 후의 상태는 다음과 같다.

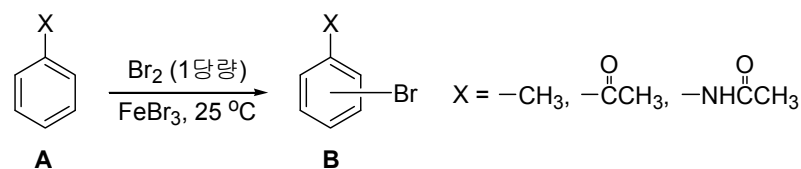
	<과정 1>		<과정 2>	
	변화 전	변화 후	변화 전	변화 후
압력	2.0 bar	→ 1.0 bar	2.0 bar	→ 1.0 bar
온도	300 K	→ 600 K	10 K	→ 20 K

- 주위의 압력은 1.0 bar로 일정하다.

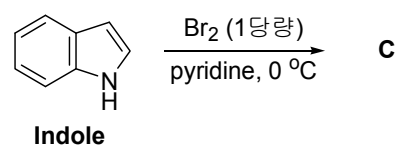
<과정 1>에서 계가 한 일의 크기($|w|$)와 계의 엔트로피 변화(ΔS)를 각각 기체상수 $R(\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \text{K}^{-1})$ 가 포함된 식으로 쓰시오. 또한 회전 온도에 근거하여 예측할 때, <과정 2>의 ΔS 크기가 <과정 1>에 비해 어떠할지 그 이유와 함께 서술하시오. (단, 분자의 운동은 병진과 회전 운동만 고려한다.) [4점]

4. 다음은 방향족 화합물의 브로민화 반응을 나타낸 것이다.

[반응 1]



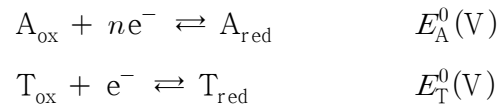
[반응 2]



A에서 **X**가 각각 $-\text{CH}_3$, $-\text{C}(=\text{O})\text{CH}_3$, $-\text{NH}-\text{C}(=\text{O})\text{CH}_3$ 일 때, 동일 조건에서 [반응 1]의 반응 속도가 큰 것부터 작은 것 순서대로 나열하시오. 또한, **X**가 $-\text{NH}-\text{C}(=\text{O})\text{CH}_3$ 일 때 주생성물 **B**의 구조를 그리고, 그 이유를 서술하시오. 그리고 [반응 2]에서 주생성물 **C**($\text{C}_8\text{H}_6\text{NBr}$)의 구조를 그리시오. [4점]

5. 다음은 25℃에서 미지 시료 A_{ox} 를 T_{red} 로 적정하는 전위차법 실험과 관련된 자료이다.

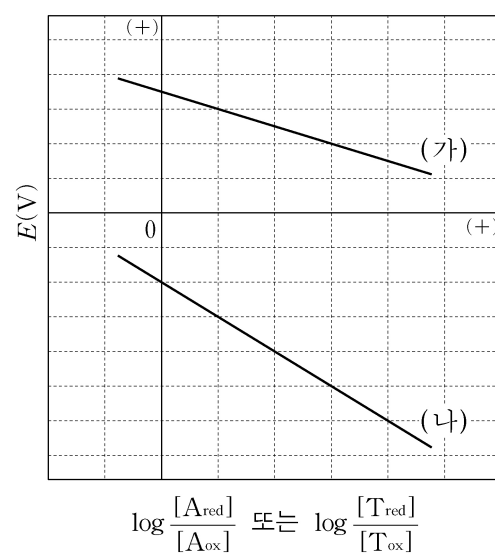
[미지 시료와 적정시약의 반쪽 반응과 표준 환원 전위]



[네른스트 식에 따라 나타낸 반쪽 전지의 전위(E)]

(가): $\log \frac{[\text{A}_{\text{red}}]}{[\text{A}_{\text{ox}}]}$ 에 따른 E_{A}

(나): $\log \frac{[\text{T}_{\text{red}}]}{[\text{T}_{\text{ox}}]}$ 에 따른 E_{T}



[적정에 사용한 전극]

- 지시 전극: Pt 전극
- 기준 전극: 포화 칼로멜 전극($E_{\text{SCE}} = 0.241 \text{ V}$)

자료를 이용하여 n 을 구하고, 당량점에서의 전지 전위($E_{\text{전지}}$)를 구하는 과정을 쓰고, 그 값을 E_{A}^0 와 E_{T}^0 로 나타내시오. 이 실험과는 반대로 25℃에서 미지 시료 A_{red} 를 T_{ox} 로 적정하는 실험이 적절하지 않은 이유를 E_{A}^0 와 E_{T}^0 에 근거하여 서술하시오. (단, $E_{\text{전지}} = E_{\text{지시 전극}} - E_{\text{기준 전극}}$ 이다.) [4점]

6. 다음은 수용액에서 난용성 염 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 의 두 단계 해리 평형식과 25°C 에서의 평형 상수를 나타낸 것이다.

$\text{Mg}(\text{OH})_2(s) \rightleftharpoons \text{MgOH}^+(aq) + \text{OH}^-(aq)$	K_1
$\text{MgOH}^+(aq) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(aq) + \text{OH}^-(aq)$	K_2

수용액에 존재하는 화학종에 대한 질량 균형식을 구하는 과정과 그 결과를 쓰시오. 또한 25°C 에서 $\text{Mg}(\text{OH})_2(s)$ 의 용해도와 $[\text{Mg}^{2+}]$ 를 각각 K_1 , K_2 , $[\text{OH}^-]$ 가 포함된 식으로 나타내고, 산성 용액에서 $\text{Mg}(\text{OH})_2(s)$ 의 용해도가 증가하는 이유를 서술하시오. (단, 물의 이온화는 무시하고 모든 이온의 활동도 계수는 1로 가정하며, 풀이 과정에서 다른 근사는 허용하지 않는다.) [5점]

7. 다음은 평면 사각형 착물 $\text{Pd}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$ 의 기하 이성질체 X와 Y에서 Cl-Pd-Cl 결합의 신축 진동 모드 $\nu_1 \sim \nu_4$ 에 대한 자료이다.

기하 이성질체	X		Y	
Cl-Pd-Cl 신축 진동 모드	ν_1	ν_2	ν_3	ν_4
기약 표현	A_1	B_2	A_g	B_{2u}

X와 Y의 기하 구조와 점군을 각각 쓰고, 그 근거를 서술하시오. 또한 ν_2 를 그림으로 나타내고, 이 진동 모드의 IR 활성 여부와 그 근거를 서술하시오. (단, X와 Y에서 Pd와 4개의 배위 원자가 이루는 평면은 모두 yz 평면이고 주축은 z 축이며, 점군을 결정할 때 NH_3 는 단일 점으로 가정한다.) [5점]

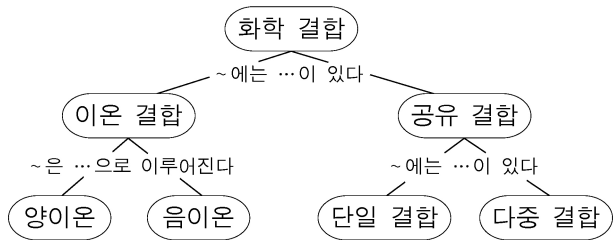
8. 다음은 김 교사가 화학 결합에 대하여 구성한 [수업 과정]과 이 수업에 참여한 학생이 수업 도입부와 후반부에 작성한 [개념도] 및 교사가 추가로 제시한 [심화 자료]이다. 이에 대하여 <작성 방법>에 따라 논술하시오. [10점]

[수업 과정]

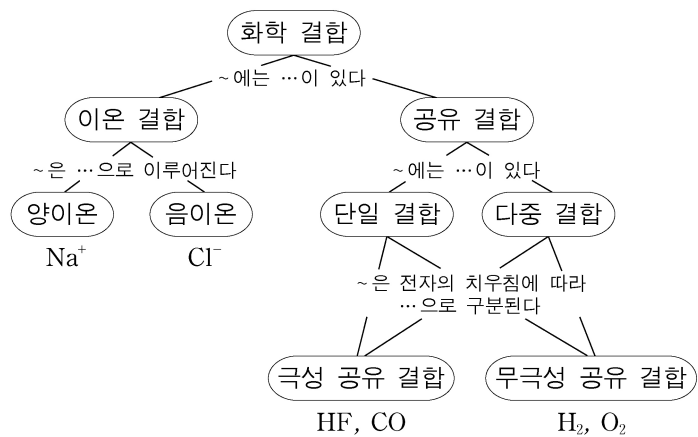
- (가) 화학 결합에 대한 사전 지식과 관련하여 교사가 미리 작성한 도표를 제시한 후, 이에 기초하여 개념도를 각자 작성하게 한다.
- (나) 극성 공유 결합과 무극성 공유 결합의 개념을 설명한다.
- (다) (가)에서 작성한 자신의 개념도를 각자 수정하게 한다.
- (라) 학생의 개념도에 대한 피드백을 제공한 후, 공유 결합에 대한 [심화 자료]의 내용을 소개한다.

[개념도]

- [수업 과정]의 (가)에서 윤수가 작성한 개념도

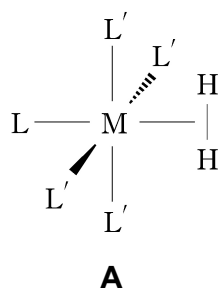


- [수업 과정]의 (다)에서 윤수가 수정한 개념도



[심화 자료]

- **A**는 H_2 가 금속(M)과 배위 공유 결합하여 형성한 이수소 (dihydrogen) 착물이다.
- **A**에서 H_2 의 H-H 결합은 해리되지 않은 상태이다.
- L과 L'은 리간드이다.



<작성 방법>

- [수업 과정]의 (가)에서 교사가 제시한 도표를 오수벨 (D. Ausubel)의 유의미학습 이론 관점에서는 무엇이라고 명명하는지 쓰고, 그 역할을 서술할 것.
- 오수벨의 동화론에 의한 유의미학습 이론 관점에서, [수업 과정]의 (다)에서 윤수가 수정한 개념도에 나타난 학습 과정의 원리를 쓰고, 그렇게 판단한 근거를 서술할 것.
- 자유 상태 H_2 분자에서의 H-H 결합 길이와 **A**에서의 H-H 결합 길이를 비교하고, 그 이유를 H_2 와 금속 M의 d 오비탈 간 상호작용으로 설명할 것.
- **A**에서 리간드 L이 $P(CH_3)_3$ 인 경우보다 CO인 경우, H-H 결합 길이가 더 짧은 이유를 설명할 것.
- 답안을 논리적으로 구성하고 표현할 것.

<수고하셨습니다.>