

## 화학 물질 목록

용기에 적혀 있는 농도는 근사값으로, 정확한 농도는 아래 표의 가장 왼쪽 칸에 적혀 있다.

시약(Chemical/Reagent)	양(Quantity)	용기	라벨	안전
<b>실험 문제 1</b>				
0.100 M KI 용액	120 mL	유리병	0.1 M KI	H320
용액 #A1: 증류수에 KI, Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 녹말(starch)지시약 녹임	40 mL	유리병	Solution #A1	H314, H302, H315, H319
용액 #B1: 증류수에 Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> , HNO <sub>3</sub> 녹임	40 mL	유리병	Solution #B1	H314, H315, H319, H335
용액 #A2-1: 증류수에 5.883 × 10 <sup>-4</sup> M Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , KNO <sub>3</sub> , 녹말지시약 녹임	360 mL	유리병	Solution #A2-1	H314 H272
용액 #B2: 증류수에 0.1020 M Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> , HNO <sub>3</sub> 녹임	100 mL	유리병	Solution #B2	H314, H272, H315, H319
증류수(distilled water)	1 L	유리병	H <sub>2</sub> O (Practical Problem 1)	
<b>실험 문제 2</b>				
아르테미시닌(Artemisinin)	1.000 g	작은 병	Artemisinin	
Sodium borohydride, NaBH <sub>4</sub>	0.53 g	작은 병	NaBH <sub>4</sub>	H301-H311
메탄올(CH <sub>3</sub> OH)	20 mL	유리병	Methanol	H225, H301
<i>n</i> -헥산( <i>n</i> -Hexane)	30 mL	유리병	<i>n</i> -Hexane	H225
TLC 용 세럼 발색 시약	3-5 mL	유리병	Ceri reagent	
아세트산(CH <sub>3</sub> COOH)	1 mL	1.5 mL 바이알	Acetic Acid	H226, H314
에틸 아세테이트(Ethyl acetate)	5 mL	유리병	Ethyl acetate	
소금 봉지 (냉각용 소금)	0.5 kg	플라스틱 얼음용기	NaCl bag	
CaCl <sub>2</sub> 건조튜브(drying tube)	5-10 g	건조튜브	CaCl <sub>2</sub>	H319
<b>실험 문제 3</b>				
~ 30 wt% 황산(H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) 수용액	40 mL	유리병	~30 wt% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H314
과망간산 칼륨(KMnO <sub>4</sub> ) 수용액	50 mL	유리병	~0.01 M KMnO <sub>4</sub>	H272, H302,
2.00×10 <sup>-3</sup> M EDTA 수용액	40 mL	유리병	2.00×10 <sup>-3</sup> M EDTA	H319
pH = 9-10 완충용액 (NH <sub>4</sub> Cl + NH <sub>3</sub> 수용액)	40 mL	유리병	pH = 9-10 Buffer Solution	H302 , H319
~20 wt% 수산화 나트륨(NaOH) 수용액	20 mL	플라스틱병	~20 wt% NaOH,	H314
~3 M 인산(H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> ) 수용액	15 mL	유리병	~3 M H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	H314
KCl 과 함께 섞인 ETOO 지시약 (고체)	약 0.5 g	플라스틱병	ETOO	H301

## 실험 기구와 장치 목록

문제	개인 실험대에 있는 물품 (Item on every working place)	수량
실험 문제 1-3 공통	가열용 자석교반기 (hotplate stirrer)	1
	교반 자석(Magnetic stirring bar) ( <b>Kit #1</b> 로 표시된 곳에서 찾아라)	1
	증류수가 들어 있는 플라스틱 세척병 (더 필요하다면 1L 유리병에 주어진 증류수를 추가로 채운다)	1
	무기 폐수(inorganic waste liquid)용 1-L 유리 비커	1
	유기 폐수(organic waste liquid)용 250-mL 삼각 플라스크	1
	다음 기구들이 꽂혀 있는 피펫 랙(rack):	1
	1-mL 눈금 피펫 (graduated pipette)	1
	5-mL 눈금 피펫 (라벨이 없는 것은 문제 1 용, 'MeOH' 라벨이 붙어 있는 것은 문제 2 용)	2
	10-mL 눈금 피펫 (graduated pipette)	1
	10-mL 부피 피펫 (volumetric pipette)	1
	25-mL 눈금 피펫 (graduated pipette)	1
	피펫 밸브가 끼워져 있는 파스퇴르 피펫 (Pasteur pipette)	2
	유리 spatula spoon (Glass spatula spoon)	2
	세척 브러쉬 (Cleaning brush)	1
	교반용 유리 막대 (glass stirring rod)	1
	유리 깔대기 (Glass funnel)	1
	종이 타올 (paper towel) 봉지	1
	보안경 (Goggles)	1
	디지털온도계 (Digital thermometer)	1
	3 구 피펫 밸브(Three-way pipette bulb) (큰 피펫용 고무 어댑터가 아래에 끼워져 있는 상태)	1
KIT #1	고무마개(rubber bung)가 끼워진 세라믹 뷰흐너 깔대기(Büchner funnel)	1
	뷰흐너 깔대기용 플라스크 (Büchner flask)	1
	라텍스 장갑 한 벌 (Pair of rubber gloves)	1
	면장갑 한 짝 (One cotton glove)	1
	<b>실험 문제 1 (KIT # 1)</b>	
	디지털 스톱워치 (Digital stop watch)	1
	I.P.라고 적힌 자석교반기용 단열판	1
	100-mL 유리 비커	6

KIT # 2	<b>실험 문제 2 (KIT # 2)</b>	
	5-mL 눈금실린더 (graduated measuring cylinder)	1
	50-mL 눈금실린더 (graduated measuring cylinder)	2
	100-mL 2-구 둥근바닥 플라스크(two-neck round bottom flask)와 플라스틱 마개 (플라스틱 얼음 용기 내)	1
	100-mL 삼각플라스크 (conical (Erlenmeyer) flask)	1
	헤어 드라이어	1
	TLC 플레이트 1 개, 종이에 끼워진 모세관 2 개가 들어 있는 페트리 접시와 뚜껑 (Petri dish with cover)	1
	플라스틱 얼음 용기 (Plastic pot for ice bath)	1
	스탠드와 클램프 (Stand & clamp)	1
	뚜껑 있는 TLC 전개용기 (TLC developing chamber with glass lid)	1
	핀셋 (Tweezers)	2
	금속 spatula (Metal spatula)	1
	TLC 용 아주 작은 시험관 (Very small test tubes for TLC in container)	2
	지퍼백 (솜(cotton wool), 둥근여과지(round filter paper), 시계접시(watch glass), 흰색 학생번호 라벨이 들어 있음)	1
	뚜껑 있는 빈 페트리 접시 (Empty Petri dish with cover)	1
KIT # 3	<b>실험 문제 3 (KIT # 3)</b>	
	50-mL 유리 비커 (EDTA 와 $\text{KMnO}_4$ 수용액을 뷰렛에 넣을 때 사용)	2
	파란 눈금 25-mL 뷰렛 (burette with BLUE graduation marks)	1
	갈색 눈금 25-mL 뷰렛 (burette with BROWN graduation marks)	1
	250 mL 유리 비커	2
	250 mL 삼각 플라스크	2
	뚜껑(stopper) 있는 100 mL 부피플라스크 (volumetric flask)	2
	10 mL 눈금실린더 (graduated measuring cylinder)	1
	100 mL 눈금실린더 (graduated measuring cylinder)	1
	뷰렛 스탠드와 클램프 (Burette stand & clamp)	1
	pH 페이퍼 (Reel of pH paper)	1
	지퍼백 (유리 깔대기용 크고 둥근 여과지가 들어 있음)	1
	<b>공용 테이블 물품 (Items on the tables for the common use):</b>	
	0.1-mg 단위 전자저울 (6-8 학생당 1 대)	

실험 문제 3 (총점의 13 %)	학생번호:		질문	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
	Examiner		배점	0	25	2	25	3	4	3	2	5	2	71
			Grade											

### 실험 문제 3. 수화된 아연·철(II) 옥살산 (zinc iron(II) oxalate) 겹염(double salt)의 분석

아연·철(II) 옥살산 겹염은 흥미로운 자기적 성질로 많은 전자 기기에 널리 활용되는 아연 페라이트(zinc ferrite) 합성의 전구체이다. 그러나, 이런 종류의 겹염은 합성 조건에 따라 다양한 조성을 가질 수 있다.

이 문제는 수화된 순수한 겹염(Z)를 분석해 실험식을 얻는 것이 목표이다.

#### 실험방법

과망간산칼륨( $\text{KMnO}_4$ ) 표준용액의 정확한 농도는 실험실 칠판(벽)에 쓰여져 있다.

저울 옆에 있는 조교에게 깨끗한 250 mL 비커를 가져가서 순수한 분석시료 Z를 받는다. 시약지를 이용해 0.7~0.8 g 정도의 질량을 정확히 측정하고( $m$ , grams). 즉시 250 mL 비커에 Z를 모두 옮긴 후 아래 표에 정확한 질량을 기록한다.

문제 3.1: 측정된 분석시료 샘플 Z의 질량을 기록하라.

샘플의 질량, $m$ (gram)	실험 조교의 서명 (Lab assistant's signature)
-----	-----

## Z의 분석

- 100 mL의 눈금실린더를 이용하여, 30 wt%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  용액 약 30 mL를 시료 Z가 들어있는 250 mL 비커에 넣는다. 시료가 빨리 녹도록 가열용 자석교반기를 이용해 온도를 올려도 되지만 **끓지 않도록 주의해야 한다**. *디지털온도계는 산성 용액에 손상될 수 있어 사용을 금지한다*. 고체가 완전히 녹은 후, 비커를 자석교반기에서 내려놓고 상온으로 식힌다. 녹은 시료 용액 모두를 100 mL 부피 플라스크에 옮긴다. 증류수를 부피 플라스크의 표시선까지 채운다. 이것이 **용액 C**이다.
- $\text{KMnO}_4$  transferring 이라고 적힌 비커를 이용해  **$\text{KMnO}_4$  표준용액**을 **갈색** 눈금 뷰렛에 옮긴다.
- EDTA transferring 이라고 적힌 비커를 이용해 **EDTA 표준용액**을 **파란** 눈금 뷰렛에 옮긴다.

## **$\text{KMnO}_4$ 를 이용한 적정**

- 5 mL 눈금 피펫을 이용해 **용액 C** 5.00 mL를 250 mL 삼각플라스크로 옮긴다.
- 이 삼각플라스크에 30 wt%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  용액 약 2 mL, 3.0 M  $\text{H}_3\text{PO}_4$  용액 약 3 mL, 증류수 약 10 mL를 첨가한다. 자석교반기를 이용해 혼합물을 뜨거울 정도로 가열하되 **끓지 않도록 주의한다**.
- $\text{KMnO}_4$  표준용액을 이용하여 뜨거운 분석용액을 적정하라. 뷰렛의 눈금값을 다음 표에 기록하라. 종말점에서 용액은 분홍색으로 변한다. 원하는 횟수만큼 적정실험을 반복하고, 적정에 사용된  $\text{KMnO}_4$ 의 부피 중 적절하다고 판단되는 부피값(accepted volume)을 표에 기록하라. ( $V_1$  mL)

**문제 3.2: 사용된  $\text{KMnO}_4$  표준용액의 부피를 기록하라.**

(원하는 횟수만큼 반복실험하므로 표를 모두 채울 필요는 없음)

	실험 횟수			
	1	2	3	4
뷰렛의 초기눈금, $\text{KMnO}_4$ , mL				
뷰렛의 최종눈금, $\text{KMnO}_4$ , mL				
사용된 부피, $\text{KMnO}_4$ , mL				

선택한 부피값,  $V_1 = \rule{1cm}{0.4pt}$  mL

**문제 3.3: 시료 Z 를 녹이는 과정과 추후 분석을 위해  $\text{H}_2\text{SO}_4$  을  $\text{HCl}$  이나  $\text{HNO}_3$  수용액으로 대체할 수 있는가?**

$\text{HCl}$	YES <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>	NO <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>
$\text{HNO}_3$	YES <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>	NO <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>

**EDTA 를 이용한 적정**

- 다음 실험을 위해 250 mL 비커들을 깨끗히 세척하라. 피펫을 이용해 **용액 C** 10.00 mL 를 250 mL 비커에 옮긴다. 자석교반기를 이용해 용액을 저으면서 가열하되 **끓지 않도록 주의한다**. 20 wt% NaOH 용액 약 15 mL 를 비커에 첨가한 후 3-5 분간 더 가열한다. 그 결과 수산화 철(iron hydroxide)이 완전히 침전되고, 모든  $\text{Zn}^{2+}$  이온은  $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ 로 변환된다.
- 유리 깔대기와 큰 여과지를 250 mL 삼각플라스크 위에 놓고 뜨거운 현탁액(suspension)을 바로 거른다. **이제부터는 여과액(filtrate)으로 표준용액 100mL 를 정확히 제조하는 과정이므로 부피에 매우 주의를 기울여야 한다**. 현탁액을 거르는 동안, 250 mL 비커에 따뜻한 증류수 약 50 mL 를 준비한다. 거름종이 위의 침전물을 따뜻한 소량의 증류수(약 5 mL)로 적어도 5 번 씻어준다. 여과액을 식히고, 유리깔대기를 이용해 100 mL 부피 플라스크로 여과액을 모두 옮긴다. 증류수를 부피 플라스크 표시선까지 채워 정확히 100 mL 용액을 제조한다. 이것이 **용액 D** 이다.
- 피펫을 이용해 **용액 D** 10.00 mL를 250 mL 삼각플라스크에 옮긴다. 암모니아 완충용액 (pH=9~10) 약 10 mL와 소량의 ETOO 지시약(유리 spatula 이용)을 삼각플라스크에 넣는다. 자주색 (purple) 용액이 될 때까지 잘 저어준다.  $2.00 \times 10^{-3}$  M EDTA 표준용액으로 적정하고, 다음 표에 뷰렛의 눈금을 기록하라. 종말점에서 용액은 파란색으로 바뀐다. 원하는 횟수만큼 적정을 반복하고 사용한 EDTA의 부피 중 적절하다고 판단되는 부피값(accepted volume)을 다음 표에 기록하라. ( $V_2$  mL)

**문제 3.4: 사용한 표준 EDTA의 부피를 기록하라.**

(원하는 횟수만큼 반복실험하므로 표를 모두 채울 필요는 없음)

	실험 횟수			
	1	2	3	4
뷰렛의 초기눈금, EDTA, mL				
뷰렛의 최종눈금, EDTA, mL				
사용된 부피, EDTA, mL				

선택한 부피값,  $V_2$  = \_\_\_\_\_ mL



**Z의 실험식 결정**

**문제 3.5:** 용액 C 100 mL에 존재하는  $Zn^{2+}$ 의 몰수( $n_{Zn^{2+}}$ )를 계산하라.

$n_{Zn^{2+}}$  (mol): .....

**문제 3.6:**  $KMnO_4$ 로 적정할 때 일어나는 산화환원 반응들의 이온반응식(ionic equation)을 모두 써라.

**문제 3.7:** 용액 C 100 mL 에 존재하는  $Fe^{2+}$  의 몰수( $n_{Fe^{2+}}$ )를 계산하라.

[계산시 실험실 벽에 게시된  $KMnO_4$  의 농도를 이용할 것]

$V_1$ , mL = .....

$n_{Fe^{2+}}$  (mol): .....

**문제 3.8:** 용액 C 100 mL 에 존재하는  $C_2O_4^{2-}$  음이온의 몰수( $n_{C_2O_4^{2-}}$ )를 계산하라.

$$n_{C_2O_4^{2-}} = \dots\dots\dots$$

**문제 3.9:** 순수한 시료 Z 에 포함되어 있던 물의 몰수( $n_{H_2O}$ )를 계산하라.

**문제 3.10: Z의 실험식을 구하라.**