

20    년    월    일    요일

시간 :            장소 :            

                  학교            학년            반

번 이 름 :

# 철이온의 변신

## 실험키트구성 ....

FeCl<sub>3</sub> 용액, KSCN, K<sub>4</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>, 탄닌산, 비커, 스틱, 라벨, 면봉, 도화지, 액자틀, 스프레이 용기

## 준비물 ....

정제수(또는 정수기물), 필기도구, 풀(셀로판테이프), 신문지

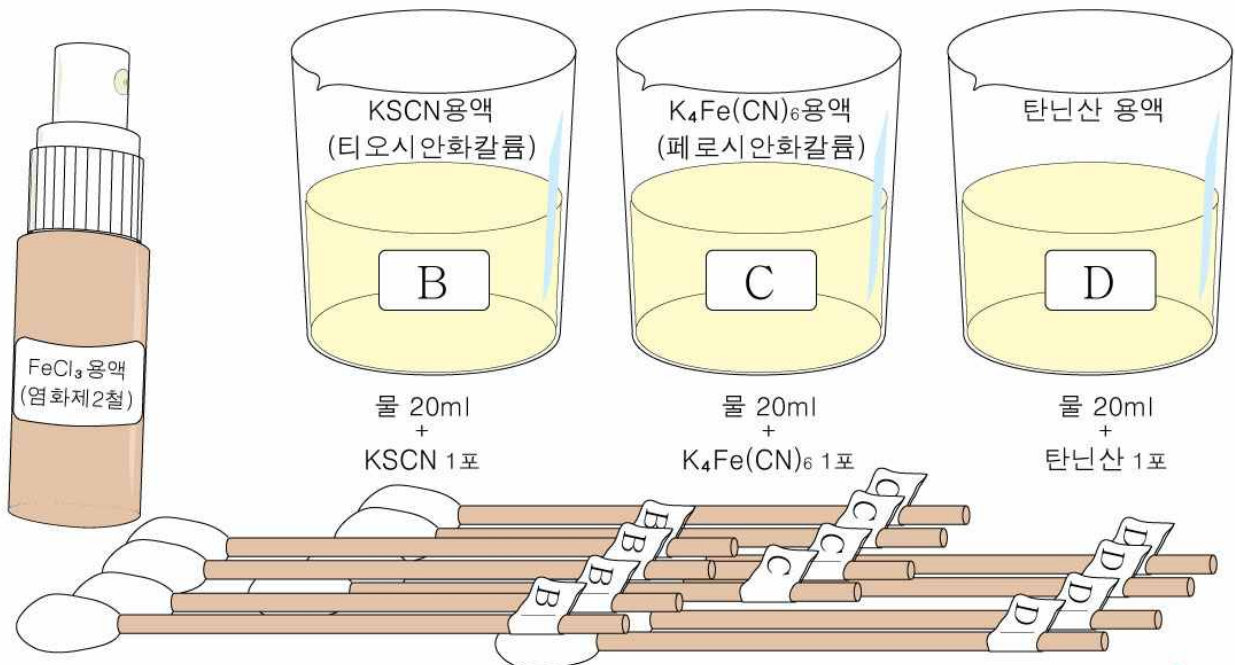
## 생각해보기 ....


주변에서 화학반응에 의해 물질의 색이 변하는 경우를 본 적이 있나요?  
이러한 화학물질을 이용하여 그림을 그릴 수 있을까요?

## 실험방법 ....

### [ 용액 만들기 ] 조별 활동

1. 실험 구성품 중 염화제이철 용액의 뚜껑을 열고, 같이 들어있는 스프레이용 뚜껑으로 바꾸어 새지 않도록 잘 잠급니다.
2. 빈 라벨에 유성펜으로 B, C, D 를 각각 5개씩 써 놓습니다.
3. 비커1개와 면봉4개에 B 라벨을 붙이고 티오시아나화 칼륨 용액을 만듭니다.
4. 비커1개와 면봉4개에 C 라벨을 붙이고 페로시아나화 칼륨 용액을 만듭니다.
5. 비커1개와 면봉4개에 D 라벨을 붙이고 탄닌산 용액을 만듭니다.



[ 용액 별 색깔 확인하기 ]  개별 활동

6. 16절지 크기의 도화지를 1인당 2장씩 준비합니다.  
한 장으로 색 변화를 관찰하고, 한 장은 그림을 그릴 용도입니다.

7. 오른쪽 그림처럼 도화지 한 장에 면봉으로 세가지(B,C,D) 용액을 칠하여 말합니다.


✓ 면봉에도 라벨을 붙여서 용액끼리 섞이지 않도록 주의합니다.



8. 신문지를 넓게 깔고 그 위에 세 용액을 칠한 도화지를 놓은 후 멀리서 염화 제이철 용액을 뿌린 후, 색변화를 관찰해봅시다.

★ 분사된 용액은 몸에 좋지 않으므로 보안경과 장갑을 착용하고, 직접 흡입하거나 피부에 묻지 않도록 주의 합니다.

✓ 염화 제이철 용액을 스프레이로 부릴 때, 거리와 그 양을 조금씩 조절하면 색변화를 조절할 수 있습니다.  
한번에 너무 많이 뿌리면 모두 검은색이 됩니다.

[ 작품 완성하기 ]  개별 활동

9. 남은 도화지에 용액의 색변화를 생각하여 연필 또는 유성펜으로 밑그림을 그립니다.  
(액자크기 18 cm × 25cm, 그림크기 13 cm × 20cm)

10. B, C, D용액을 칠할 부분과 색연필이나 유성펜으로 칠할 부분을 구분하여 칠합니다.

11. 완전히 마른 후에 염화 제이철 용액을 멀리서 뿌립니다.

★ 분사된 용액은 몸에 좋지 않으므로 보안경과 장갑을 착용하고, 직접 흡입하거나 피부에 묻지 않도록 주의 합니다.

12. 뿌린 용액까지 완전히 마르면 액자틀에 끼워 완성합니다.

✓ 말린 후, 덧칠하기를 반복하면 더 진한 색이 나옵니다.

✓ 번지기 쉬우니 칠하고자 하는 면보다 조금 작게 칠하면 예쁘게 만들어집니다.

✓ 완성 후 내가 가진 여러가지 도구(색연필, 사인펜, 물감 등)를 사용하여 더 멋지게 꾸밉니다.

## 실험시 주의사항 ....

1. 각 용액은 충분히 저어 완전히 녹여주세요.

2. 염화 제이철 용액을 스프레이로 부릴 때, 분사된 용액은 몸에 좋지 않으므로 보안경과 장갑을 착용하고, 직접 흡입하거나 피부에 묻지 않도록 주의 합니다.

3. 염화 제이철 용액을 스프레이로 부릴 때, 거리와 그 양을 조금씩 조절하면 색변화를 조절할 수 있습니다.  
한번에 너무 많이 뿌리면 모두 검은색이 됩니다.

## 확인학습 ....

1. 각 용액이 철이온( $\text{FeCl}_3$  용액)과 결합하여 어떤 색을 나타내게 되었나요?



## 원리학습 ....

원자와 원자가 결합하는 방법에는 여러가지가 있는데, 이온과 이온형태의 이온결합, 서로의 전자를 공유하는 공유결합 등으로 불립니다.

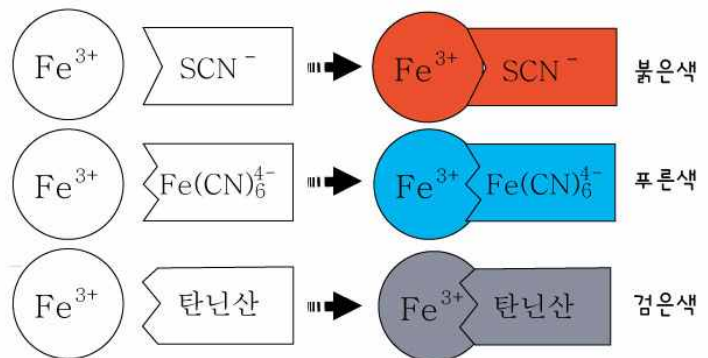
공유결합의 일종으로, 원자사이에 공유되는 전자쌍이 한쪽 원자에서만 제공되는 공유결합을 **배위결합** 이라고 합니다. 이 때 전자를 제공받는 원자가 금속인 경우의 배위결합을 **착이온(complex)**이라고 하고 이때 금속원자를 **중심금속원자**라고 부릅니다. 그리고 일방적으로 전자를 제공하는 분자나 원자, 이온을 **리간드(ligand)**라고 부릅니다.

배위결합이니, 리간드니 하는 명칭은 다만 불리우는 이름들이므로 어려워 할 필요는 없습니다!



오늘 실험에서 중심금속원자는 철이온으로 철이온은 결합하는 리간드에 따라 나타나는 색이 달라집니다.

따라서 위의 그림처럼 착이온이 형성되어 3가지의 색이 나타나게 되는 것입니다.



## 느낀점 ....

## ■ 교사용 실험 자료 ■

실험 제목	철 이온의 변신		실험 원리	착이온과 배위결합	
실험 시간	40분	실험 분야	화학	실험 방법	4인 1조, 조별실험
세트구성물	FeCl <sub>3</sub> 용액, KSCN, K <sub>4</sub> Fe(CN) <sub>6</sub> , 탄닌산, 비커, 스틱, 라벨, 스프레이용기, 붓, 도화지, 액자틀				
교사준비물	물, 신문지		학생준비물	필기도구, 풀(셀로판테이프), 네임펜, 색연필등	
실험 결과	철용액의 색깔변화를 이용하여 그린 그림을 종이액자에 끼워 가져갑니다.				
실험팁	<p><b>** 각 시약이 모두 흡습, 조해성을 가지므로 장기간 보관하실 경우 냉동보관하시고, 키트를 구입 후 빠른 시간 내에 실험하세요.</b></p> <p>TIP1. 각 용액은 충분히 저어 완전히 녹입니다.</p> <p>TIP2. 되도록 만들어진 용액이 피부와 옷에 닿지 않도록 조심합니다. 가능하면 실험복을 입거나 앞치마를 입고 실시하세요.</p> <p>TIP3. 용액 만들기에서 전체 분량의 용액을 미리 만들어 두시면 실험 시간이 단축됩니다. 단, K<sub>4</sub>Fe(CN)<sub>6</sub> 용액은 햇빛에 의해 분해될 수 있으므로 장기간 보관시 알루미늄호일 등으로 빛을 차단하여 주세요.</p> <p>TIP4. 각 용액을 이용하여 도화지에 그림을 그린 다음 거의 말랐을 때 스프레이용액을 뿌립니다. 도화지의 용액이 마르지 않으면, 서로 번져 보기가 좋습니다. 뿌리지 않고 또 다른 붓으로 칠해도 됩니다.</p> <p>TIP5. 스프레이로 염화제2철용액을 뿌릴 때, 한번에 많은 양을 뿌리지 않도록 주의하고, 멀리서 조금씩 뿌리면서 색의 변화를 관찰하고 조절합니다.(신문지 넓게 깔고 실시) 스프레이에서 물방울(큰)이 나와 번지기도 하고, 다 뿌린 후 칠한 선 보다 번져 나가기도 합니다. 이점 양지하시기 바랍니다.</p> <p>TIP6. 실험의 조작은 초 저학년도 가능할 만큼 간단하나, 원리학습은 고교 수준입니다. 초 중 학생들은 실험 결과 위주로 간단히 설명하시는 것이 좋을 듯 합니다. ( <b>생각해보기</b> .....는 생략하거나, 다른 간단한 질문으로 대체)</p> <p>TIP7. 액자크기 18cm× 25cm, 그림크기 13cm× 20cm 에 맞추어 완성그림을 그리도록 지도하여주세요.</p>				

**\*\*용액만들기**(비커와 스프레이 용기, 붓에 라벨을 먼저 붙이고 실시합니다. 라벨에는 네임펜이나 연필로 쓰기)

- FeCl<sub>3</sub>(염화제2철)용액 : 조해성이 심하여 용액상태로 제공됩니다. 병뚜껑을 스프레이용 뚜껑으로 교체하여 잘 잠가 사용하시면 됩니다. 염화제2철은 흡습성을 가지며, 물에 잘 녹음, 수용액은 강산성을 띠다.
- KSCN(티오시안화칼륨)용액 : (비커사용)물 20ml에 KSCN 20g을 넣은 다음 잘 녹입니다.  
티오시안화칼륨은 조해성을 가지며 물에 매우 잘 녹음
- K<sub>4</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>(페로시안화칼륨)용액 : (비커사용)물 20ml에 K<sub>4</sub>Fe(CN)<sub>6</sub> 5g을 넣은 다음 잘 녹입니다.  
페로시안화칼륨은 그 수용액이 햇빛에 분해될 수 있음
- 탄닌산 용액 : (비커사용)물 20ml에 탄닌산 5g을 넣은 다음 잘 녹입니다.

### 생각해보기 ....

★배위결합(=공여결합,配位結合, coordinate covalent bond)이란 무엇인가요?

결합에 관여하는 2개의 원자 중 한쪽 원자만을 중심으로 생각할 때, 결합에 관여하는 전자가 형식적으로 한쪽 원자로부 터만 제공되어 있는 경우의 결합을 말한다. 자세한 설명은 아래 착이온과 배위결합 내용확인

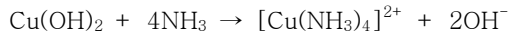
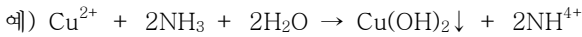
### 확인학습 ....

★각 용액이 철이온(FeCl<sub>3</sub>용액)과 결합하여 어떤 색을 나타내게 되었나요?

- FeCl<sub>3</sub> + KSCN : 빨간색
- FeCl<sub>3</sub> + K<sub>4</sub>Fe(CN)<sub>6</sub> : 파란색
- FeCl<sub>3</sub> + 탄닌산 : 검은색

## 착이온과 배위결합

1. 착이온 : 어떤 금속원자나 이온에 따른 분자나 이온이 결합하여 생긴 복잡한 구조의 새로운 이온



### ※ 표기 및 명명

$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  착이온의 전하, 배위수, 리간드, 중심 금속이온, 착이온 부분만 []안에 기입한다.

### ※ 착염/착물

- 착염 : 착이온을 포함하고 있는 염
- 착물, 착화합물 : 착염이나 착이온을 포함하는 물질

## 2. 착이온의 구성

착이온의 대부분은 전이 금속이온을 중심으로 하여, 여기에 음이온 또는 부양가 결합되어 있다.

이때 결합한 음이온이나 분자는 고립전자쌍(비공유전자쌍)을 가지고 있으며, 전이원소 사이의 결합은 배위결합으로 되어있다.

※ **중심금속이온** : 착이온에서 리간드로부터 고립전자쌍을 받아들이는 양이온으로써 주로 원소의 금속이 중심 금속이 된다. 예)  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$

※ **리간드** : 중심금속이온에 직접 결합된 분자나 이온을 리간드라고 한다.

리간드는 반드시 고립전자쌍을 1개 이상 가지고 있어야 한다. 예)  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CN}^-$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$

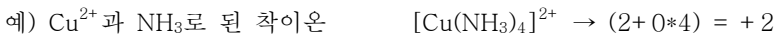
예) 주요 리간드 이름

$\text{H}_2\text{O}$ : 아쿠오	$\text{NH}_3$ : 암민
$\text{CO}$ : 카르보닐	$\text{Cl}^-$ : 클로로
$\text{CN}^-$ : 시아노	$\text{OH}^-$ : 히드록소

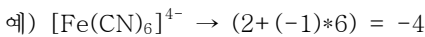
※ **배위수** : 착이온에서 중심금속이온과 배위결합을 하고 있는 리간드의 수, 대부분 배위수는 2,4,6 등이다.

## 3. 착이온의 전하량

리간드가 분자일때는 착이온의 전하량은 중심금속이온의 전하량과 동일하다.



리간드가 이온일때는 착이온의 전하량은 중심금속 이온의 전하량과 배위하는 이온의 전하량의 전하량 총합과 같다.



따라서, 착이온의 전하량과 리간드의 전하량의 합으로 부터 중심원자의 산화수도 구할 수 있다.

## 4. 착이온의 구조

중심 금속이온과 리간드사이의 결합은 배위결합을 이루고 있다.

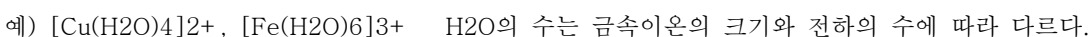
1) 배위결합 : 원자사이에 공유되는 전자쌍이 한쪽원자에서만 제공하여 이루어진 공유결합을 특히 배위결합이라 한다. (공여결합)

2) 착이온과 배위결합

- 중심금속이온 : 전자쌍을 받는다.
- 리간드 : 고립전자쌍을 가진다.
- 중심금속이온 + 리간드 : 배위결합

### ※ 아쿠오 착이온

수용액에서 금속이온들은  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  로 표시하나, 실제로 이 이온들은 몇 개의 물분자가 배위되어 있다. 이와 같이 물분자가 리간드로 존재하는 경우를 아쿠오 착이온이라 한다.



- 아쿠오 착이온의 성질

a) 금속이온에 배워된 물분자는 쉽게 다른 리간드로 치환될수 있으므로 이온의 색깔이 변한다.

b) 수용액에서의 착이온의 형태는 그 수용액속에 존재하는 리간드로 작용할 수 있는 화학종에 따라 결정된다.