

원리로 이해하는 양쌤의 중학교 과학 인강



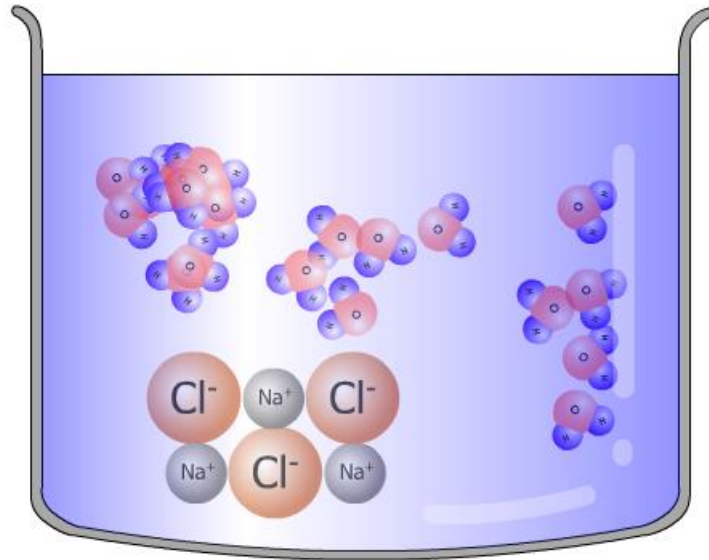
물질의 구성

8. 숨어 있는 이온을 찾아라

1. 이온화 물질이 물에 녹아 양이온과 음이온으로 나누어지는 현상

(예) 염화 나트륨의 이온화식 : $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$
(염화 나트륨) (나트륨 이온) (염화 이온)

염화 칼슘의 이온화식 : $\text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{Cl}^-$



-염화 나트륨(소금)을 물에 넣으면, 물분자의 산소는 음전하를 띠므로 양이온과 전기적 인력이 작용하고, 물분자의 수소는 양전하를 띠므로 음이온과 전기적 인력이 작용하기 때문에 물분자가 양이온과 음이온을 떼어낸다(물에 녹는다). 그래서 양이온은 물분자의 산소에, 음이온의 물분자의 수소에 둘러싸여 있다.

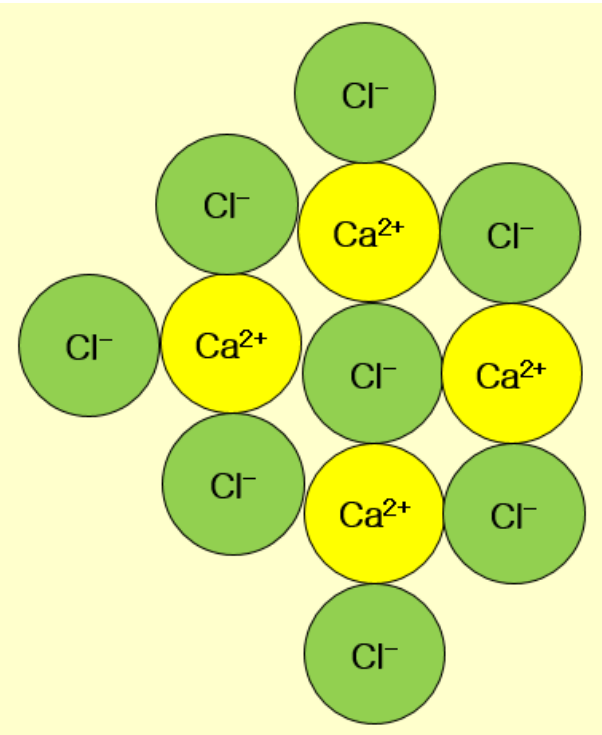
이온 화(되다 화)

1. 이온화 물질이 물에 녹아 양이온과 음이온으로 나누어지는 현상

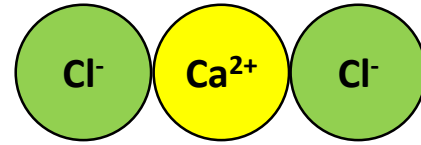
(예) 염화 나트륨의 이온화식 : $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$

염화 칼슘의 이온화식 : $\text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{Cl}^-$
(염화 칼슘) (칼슘 이온) (염화 이온)

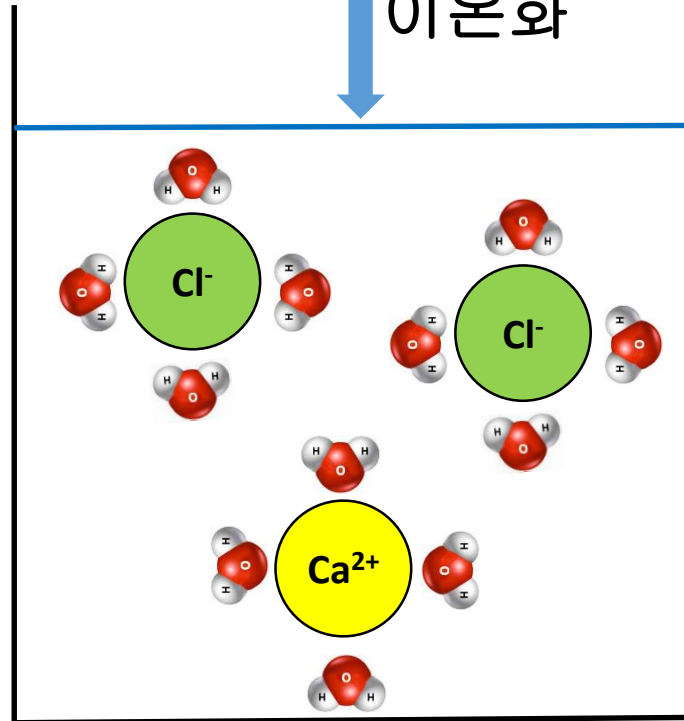
CaCl_2 고체



고체

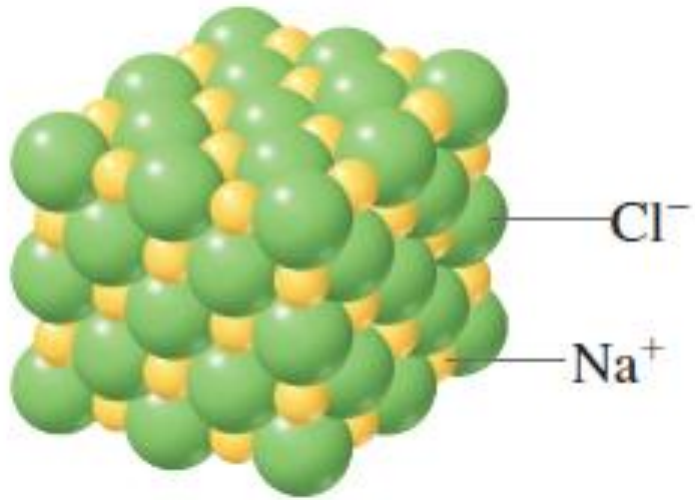


이온화

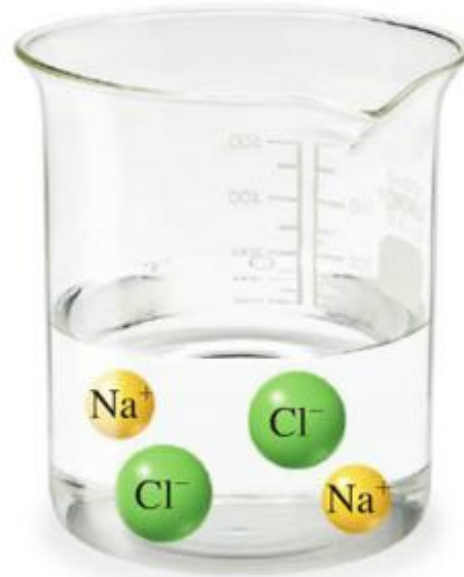


-염화칼슘을 물에 넣으면, 물분자의 산소가 양이온을 물분자의 수소가 음이온을 떼어낸다. 양이온은 물분자의 산소에, 음이온의 물분자의 수소에 둘러싸여 있다.

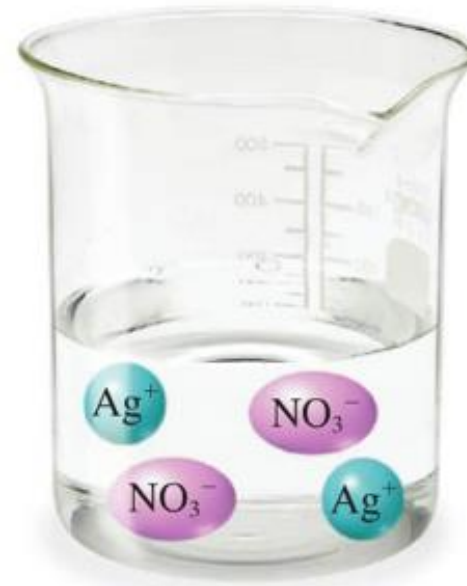
-물에 녹아 있는 Ca^{2+} 와 Cl^- 의 개수비는 1:2이다.



염화 나트륨



▲ 염화 나트륨 수용액



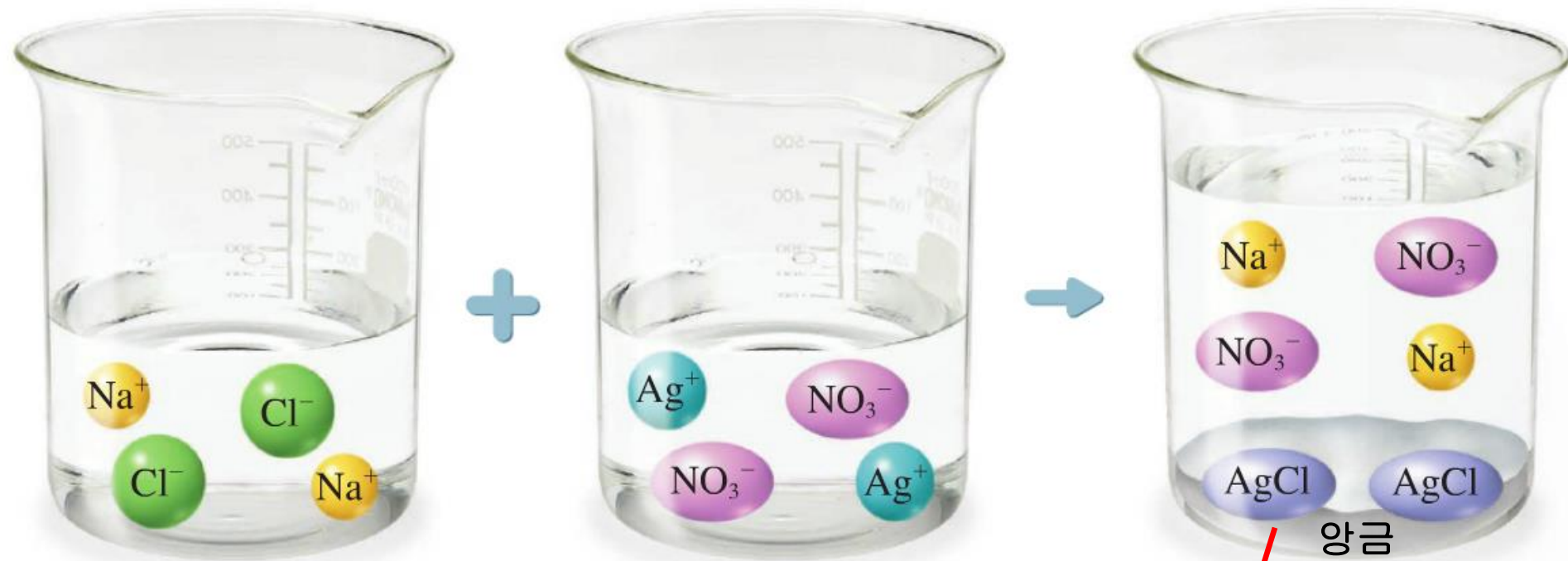
▲ 질산 은 수용액

수용액 속에 숨어 있는 이온을 확인하는 방법을 실험으로 알아봅시다.

염화 나트륨(NaCl) 수용액에는 나트륨 이온(Na^+)과 염화 이온(Cl^-)이 들어 있고, 질산 은(AgNO_3) 수용액에는 은 이온(Ag^+)과 질산 이온(NO_3^-)이 들어 있는데, 이 이온들은 작아서 눈으로 확인할 수 없어요.

😊 -염화 나트륨(소금)은 양이온과 음이온이 결합하고 있는 이온결합화합물(고체)로서 크기가 커서 눈에 보이지만, 물에서 분리된 양이온과 음이온은 크기가 작아서 눈에 보이지 않는다. 그래서 염화 나트륨 수용액(소금물)은 투명하다.

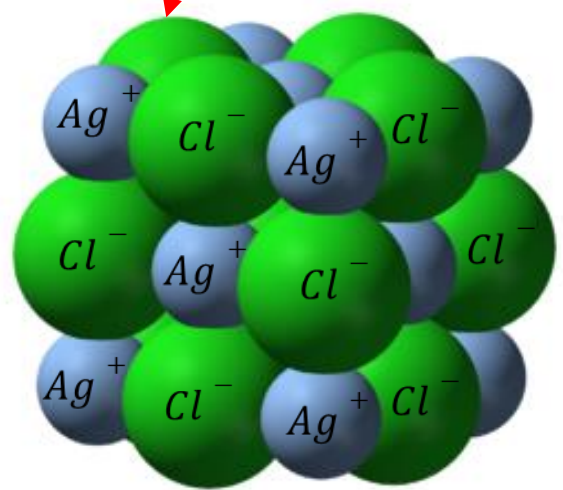
(모형은 간단하게 이온을 2개씩 그림)



▲ 염화 나트륨 수용액



▲ 혼합 용액



-염화 나트륨 수용액과 질산은 수용액에 많은 수의 이온이 들어 있다. 두 수용액을 섞은 후 은 이온(Ag^+)과 염화 이온(Cl^-)이 만나면 1:1의 개수비로 결합하여 염화은($AgCl$) 이온결합화합물(고체)이 되고 크기가 커서 눈에 하얗게 보이고 천천히 가라앉는다. 앙금은 물에 잘 녹지 않는 화합물이다.

염화은 고체 가루가 많이 만들어져요.

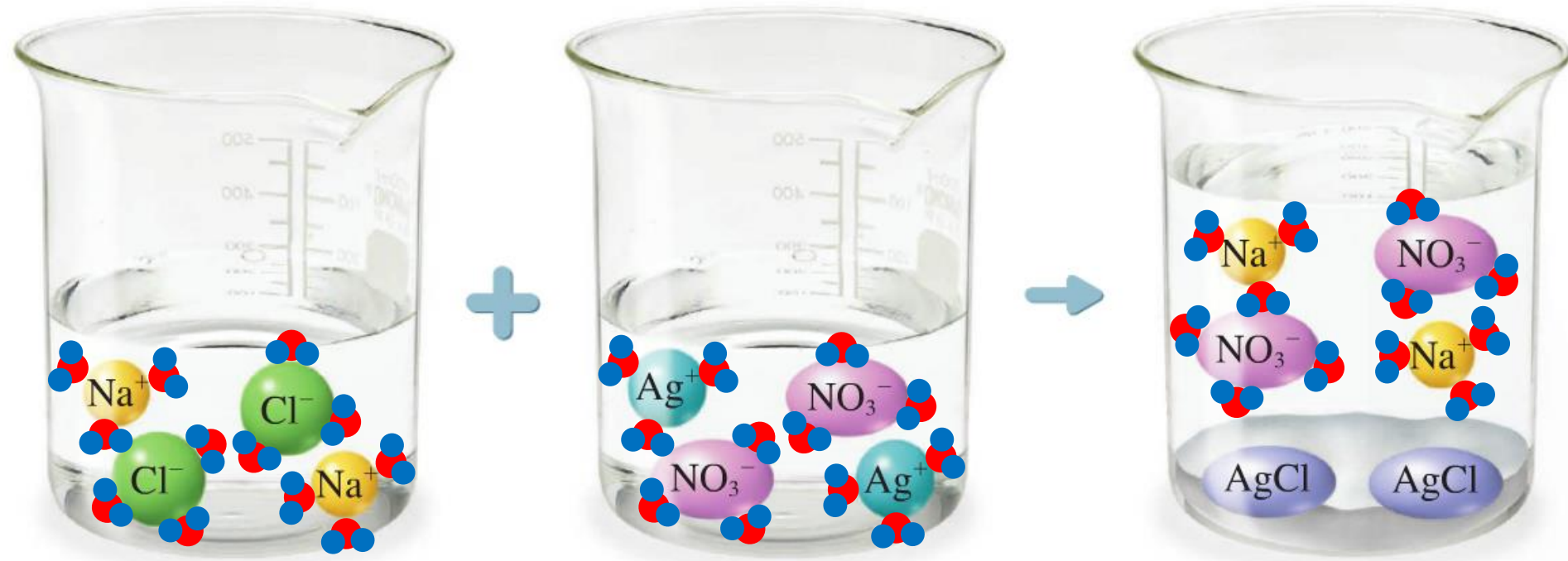
미지의 수용액에 염화나트륨 수용액을 섞었을 때 흰색 앙금이 생기면 그 수용액에는 이온(Ag^+)이 있음을 확인할 수 있어요.

2. 앙금 생성 반응과 이온의 확인

(1) 앙금 생성 반응 : 서로 다른 수용액을 섞었을 때 양이온과 음이온이 결합하여 물에 녹지 않는 앙금을 생성하는 반응



- 은 이온(Ag^+)과 염화 이온(Cl^-)이 반응하여 흰색 앙금인 염화 은(AgCl)이 생성된다.
- 알짜 이온 반응식: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow$
- 나트륨 이온(Na^+)과 질산 이온(NO_3^-)은 반응에 참여하지 않는다.(구경꾼 이온)
- 세 용액에는 이온이 들어 있으므로 모두 전류가 흐른다.



▲ 염화 나트륨 수용액

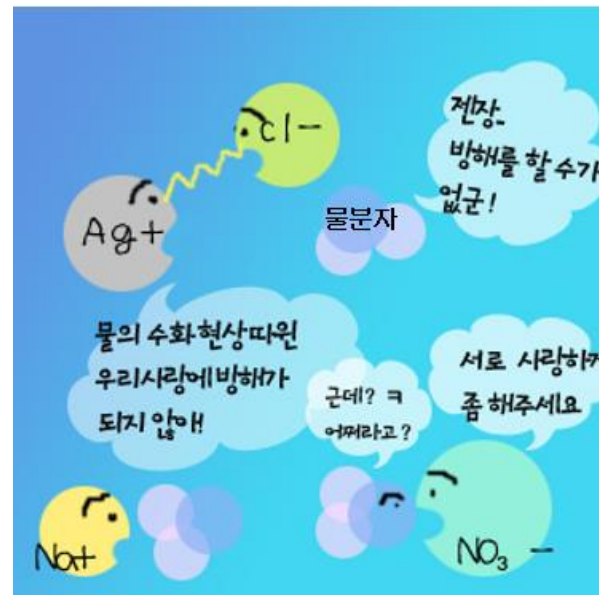
▲ 질산 은 수용액

▲ 혼합 용액

-알짜 이온은 반응에 참여한 이온(Ag^+ 와 Cl^-)이고, 😊 구경꾼 이온은 반응에 참여하지 않는 이온(Na^+ 와 NO_3^-)이다.

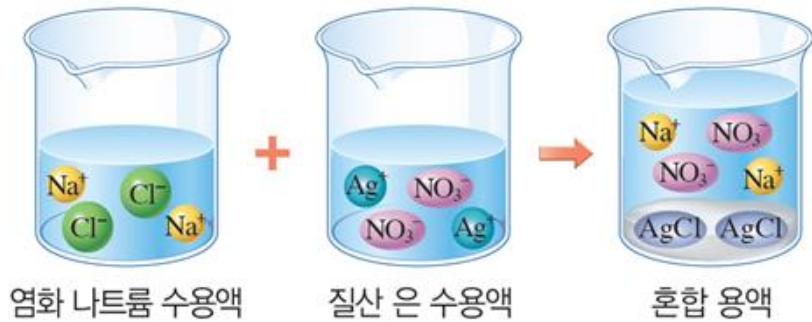
-수용액 속 모든 이온은 물분자와의 인력으로 인해 물분자로 둘러 싸여 있다. Ag^+ 와 Cl^- 의 전기적 인력이 물분자와의 인력보다 크므로 Ag^+ 와 Cl^- 는 결합하여 앙금이 생긴다.

반대로, Na^+ 와 NO_3^- 의 전기적 인력이 물분자와의 인력보다 작으므로 Na^+ 와 NO_3^- 는 결합하지 않는다.



2. 앙금 생성 반응과 이온의 확인

(1) 앙금 생성 반응 : 서로 다른 수용액을 섞었을 때 양이온과 음이온이 결합하여 물에 녹지 않는 앙금을 생성하는 반응



- 은 이온(Ag^+)과 염화 이온(Cl^-)이 반응하여 흰색 앙금인 염화 은(AgCl)이 생성된다.
- 알짜 이온 반응식: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow$ (**앙금 표시: 앙금은 가라앉으므로 화살표를 아래로 표시함**)
- 나트륨 이온(Na^+)과 질산 이온(NO_3^-)은 반응에 참여하지 않는다.(구경꾼 이온)
- 세 용액에는 이온이 들어 있으므로 모두 전류가 흐른다.

(2) 양금을 생성하는 이온
(반응하는 이온)

(생성되는 양금)

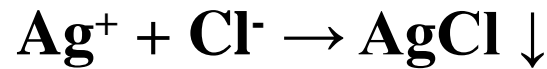
양이온	음이온	양금
Ag ⁺	Cl ⁻ , S ²⁻	AgCl(흰색), Ag ₂ S(검은색)
Ca ²⁺	CO ₃ ²⁻ , SO ₄ ²⁻	CaCO ₃ (흰색), CaSO ₄ (흰색)
Ba ²⁺	CO ₃ ²⁻ , SO ₄ ²⁻	BaCO ₃ (흰색), BaSO ₄ (흰색)
Pb ²⁺	I ⁻ , S ²⁻	PbI ₂ (노란색), PbS(검은색)
Cd ²⁺	S ²⁻	CdS(노란색)
Cu ²⁺	S ²⁻	CuS(검은색)

두 수용액을 섞으면
두 이온이 결합하여
물에 잘 녹지 않는
양금이 생성되는
경우가 있어요.

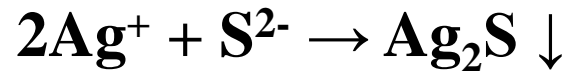
양금을 생성하는
경우를 외우세요.



알짜 이온 반응식



(은 이온) (염화 이온) (염화 은)



(은 이온) (황화 이온) (황화 은)



Ag_2S (검은색 앙금)

~06:26

(2) 양금을 생성하는 이온
(반응하는 이온)

(생성되는 양금)

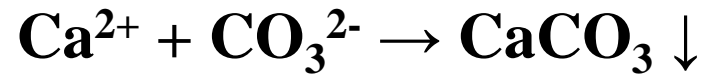
양이온	음이온	양금
Ag ⁺	Cl ⁻ , S ²⁻	AgCl(흰색), Ag ₂ S(검은색)
Ca ²⁺	CO ₃ ²⁻ , SO ₄ ²⁻	CaCO ₃ (흰색), CaSO ₄ (흰색)
Ba ²⁺	CO ₃ ²⁻ , SO ₄ ²⁻	BaCO ₃ (흰색), BaSO ₄ (흰색)
Pb ²⁺	I ⁻ , S ²⁻	PbI ₂ (노란색), PbS(검은색)
Cd ²⁺	S ²⁻	CdS(노란색)
Cu ²⁺	S ²⁻	CuS(검은색)

두 수용액을 섞으면
두 이온이 결합하여
물에 잘 녹지 않는
양금이 생성되는
경우가 있어요.

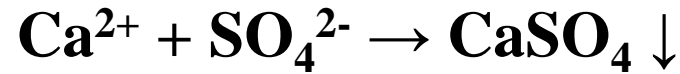
양금을 생성하는
경우를 외우세요.



알짜 이온 반응식



(칼슘 이온) (탄산 이온) (탄산 칼슘)



(칼슘 이온) (황산 이온) (황산 칼슘)

(2) 앙금을 생성하는 이온
(반응하는 이온)

(생성되는 앙금)

양이온	음이온	앙금
Ag ⁺	Cl ⁻ , S ²⁻	AgCl(흰색), Ag ₂ S(검은색)
Ca ²⁺	CO ₃ ²⁻ , SO ₄ ²⁻	CaCO ₃ (흰색), CaSO ₄ (흰색)
Ba ²⁺	CO ₃ ²⁻ , SO ₄ ²⁻	BaCO ₃ (흰색), BaSO ₄ (흰색)
Pb ²⁺	I ⁻ , S ²⁻	PbI ₂ (노란색), PbS(검은색)
Cd ²⁺	S ²⁻	CdS(노란색)
Cu ²⁺	S ²⁻	CuS(검은색)

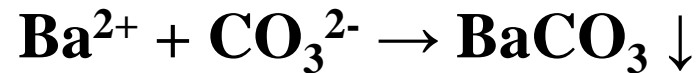
두 수용액을 섞으면
두 이온이 결합하여
물에 잘 녹지 않는
앙금이 생성되는
경우가 있어요.

앙금을 생성하는
경우를 외우세요.

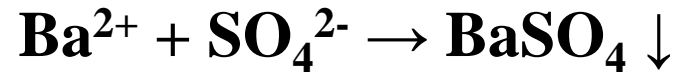


▲ 황산 바륨(BaSO₄)

알짜 이온 반응식



(바륨 이온) (탄산 이온) (탄산 바륨)



(바륨 이온) (황산 이온) (황산 바륨)

(2) 앙금을 생성하는 이온
(반응하는 이온)

(생성되는 앙금)

양이온	음이온	앙금
Ag ⁺	Cl ⁻ , S ²⁻	AgCl(흰색), Ag ₂ S(검은색)
Ca ²⁺	CO ₃ ²⁻ , SO ₄ ²⁻	CaCO ₃ (흰색), CaSO ₄ (흰색)
Ba ²⁺	CO ₃ ²⁻ , SO ₄ ²⁻	BaCO ₃ (흰색), BaSO ₄ (흰색)
Pb ²⁺	I ⁻ , S ²⁻	PbI ₂ (노란색), PbS(검은색)
Cd ²⁺	S ²⁻	CdS(노란색)
Cu ²⁺	S ²⁻	CuS(검은색)

두 수용액을 섞으면
두 이온이 결합하여
물에 잘 녹지 않는
앙금이 생성되는
경우가 있어요.

앙금을 생성하는
경우를 외우세요.

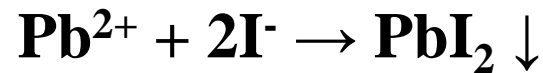


▲ 아이오딘화 납(PbI₂)

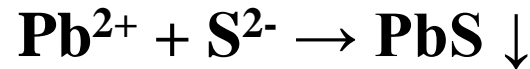


▲ 황화 납

알짜 이온 반응식



(납 이온) (아이오딘화 이온) (아이오딘화 납)

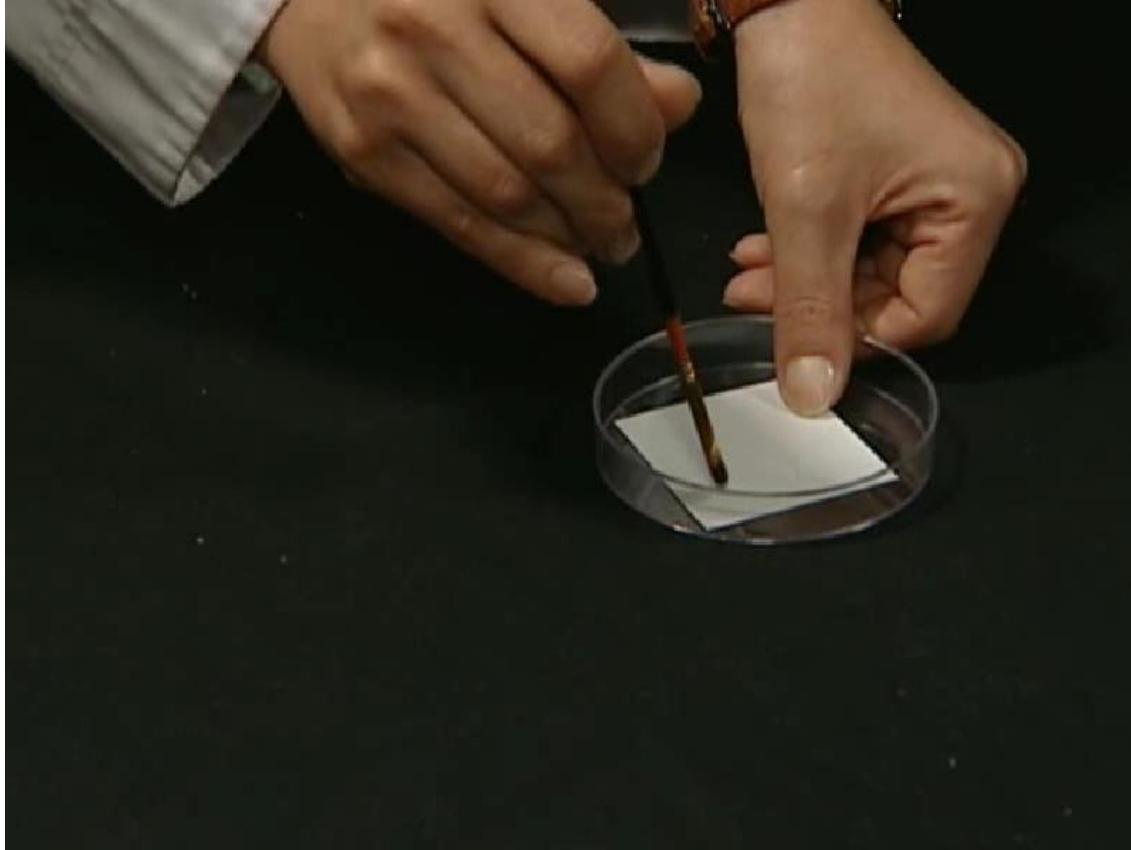


(납 이온) (황화 이온) (황화 납)



-노란색 도로 중앙선 : 비가 와도 물에 녹지 않아서
아이오딘화납을 사용한다.

비밀편지 쓰기



질산납 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ + 아이오딘화칼륨 KI



(2) 앙금을 생성하는 이온
(반응하는 이온)

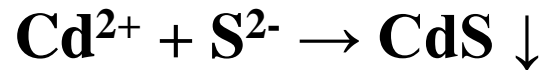
(생성되는 앙금)

양이온	음이온	앙금
Ag ⁺	Cl ⁻ , S ²⁻	AgCl(흰색), Ag ₂ S(검은색)
Ca ²⁺	CO ₃ ²⁻ , SO ₄ ²⁻	CaCO ₃ (흰색), CaSO ₄ (흰색)
Ba ²⁺	CO ₃ ²⁻ , SO ₄ ²⁻	BaCO ₃ (흰색), BaSO ₄ (흰색)
Pb ²⁺	I ⁻ , S ²⁻	PbI ₂ (노란색), PbS(검은색)
Cd ²⁺	S ²⁻	CdS(노란색)
Cu ²⁺	S ²⁻	CuS(검은색)

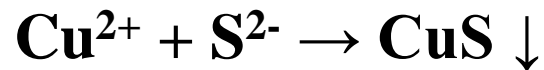


▲ 황화 카드뮴

알짜 이온 반응식



(카드뮴 이온) (황화 이온) (황화 카드뮴)



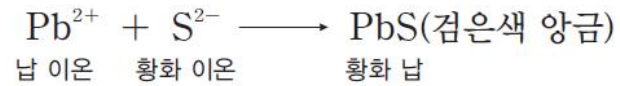
(구리 이온) (황화 이온) (황화 구리)

두 수용액을 섞으면
두 이온이 결합하여
물에 잘 녹지 않는
앙금이 생성되는
경우가 있어요.

앙금을 생성하는
경우를 외우세요.



[납 이온의 확인]



▲ 황화 납

[카드뮴 이온의 확인]



▲ 황화 카드뮴

인체에 해로운 납 이온(Pb^{2+})과 카드뮴 이온(Cd^{2+})은 황화 이온(S^{2-})과 반응하면 각각 황화 납(PbS)과 황화 카드뮴(CdS) 앙금이 생성되요. 따라서 공장 폐수에 황화 나트륨 수용액과 같은 황화 이온이 들어 있는 용액을 넣어 황화 납이나 황화 카드뮴의 앙금이 생성되는지 확인하면 납 이온이나 카드뮴 이온이 들어 있는지 알 수 있어요.



<영화(실화). 에린브로코비치> 대기업의 공장에서 폐수로 유출한 크롬(Cr^{6+}) 성분이 식수를 오염시켜 마을 사람들을 병들게 했다. 주인공이 공장의 폐수 속에 크롬이 들어있는지 검사하기 위해 폐수를 채취하고 있다. 이후 실험실에서 폐수 속에 크롬 이온이 들어 있는 것을 확인했다.

(3) 이온의 확인 방법 : 양금을 생성할 수 있는 이온을 미지 수용액에 넣었을 때 양금이 생성되는지의 여부와 생성된 양금의 색깔로 이온을 검출한다. (생성됨/생성 안됨)

(예) 수돗물 속의 염화 이온(Cl^-)은 은 이온(Ag^+)으로 확인한다. $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow$ (흰색) 양금



미(아닐 미) 지(알다 지)

검(조사할 검) 출(나올 출)

염소는 살(죽일 살)균 작용을 하여 수돗물 소독에 이용돼요.

A	B		
질산 은 수용액을 떨어뜨렸을 때	염화 나트륨 수용액	염화 칼슘 수용액	질산 납 수용액
탄산 나트륨 수용액을 떨어뜨렸을 때	수산화 칼륨 수용액	염화 칼슘 수용액	질산 납 수용액
아이오딘화 칼륨 수용액 을 떨어뜨렸을 때	염화 칼륨 수용액	염화 바륨 수용액	질산 납 수용액

양금 생성 반응을 이용하여 수용액에 들어 있는 이온을 확인하는 실험을 해봅시다.

- ① B부분에 쓰여진 대로 각 수용액을 1~2방울 떨어뜨린다.
- ② A부분에 쓰여진 수용액을 B 부분의 각 수용액 위에 1~2방울씩 떨어뜨려 두 수용액을 섞이게 한다.
- ③ 양금의 생성 여부와 양금의 색깔을 관찰하여 이온을 검출한다.



A의 수용액으로 B의 수용액에 염화 이온, 칼슘 이온, 납 이온이 들어 있는 것을 검출할 수 있어요.

A	B		
질산 은 수용액을 떨어뜨렸을 때	염화 나트륨 수용액 흰색 앙금(AgCl)	염화 칼슘 수용액 흰색 앙금(AgCl)	질산 납 수용액 앙금 안 생김(투명)
탄산 나트륨 수용액을 떨어뜨렸을 때	수산화 칼륨 수용액 앙금 안 생김(투명)	염화 칼슘 수용액 흰색 앙금(CaCO ₃)	질산 납 수용액 앙금 안 생김(투명)
아이오딘화 칼륨 수용액을 떨어뜨렸을 때	염화 칼륨 수용액 앙금 안 생김(투명)	염화 바륨 수용액 앙금 안 생김(투명)	질산 납 수용액 노란색 앙금(PbI ₂)

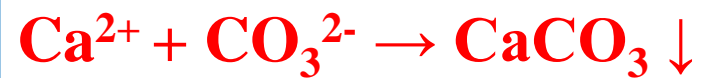
(4) 양금과 관련된 생활 속 현상의 예

- ① 석회수에 입김(이산화 탄소)을 불어 넣으면 뿌옇게 흐려진다(탄산 칼슘).
(흰색 양금)
- ② 지하수를 보일러 용수로 사용하면 보일러관 안에 관석(탄산 칼슘)이 쌓인다.
- ③ 조개 껍데기의 주성분은 탄산 이온과 칼슘 이온과 반응하여 생성된 탄산 칼슘이다.



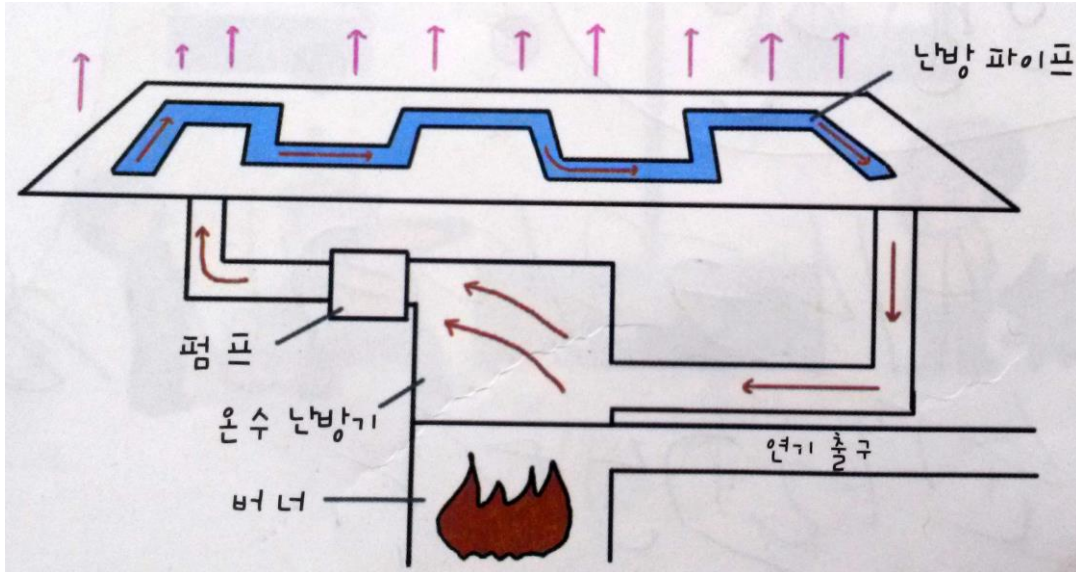
Ca(OH)_2
수산화칼슘

-입김에 포함된 이산화탄소 CO_2 는 물에 녹아 탄산이온 CO_3^{2-} 가 된다.



(4) 앙금과 관련된 생활 속 현상의 예

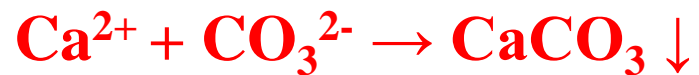
- ① 석회수에 입김(이산화 탄소)을 불어 넣으면 뿌옇게 흐려진다(탄산 칼슘).
(흰색 앙금)
- ② 지하수를 보일러 용수로 사용하면 보일러관 안에 관석(탄산 칼슘)이 쌓인다.
(돌석)
- ③ 조개 껍데기의 주성분은 탄산 이온과 칼슘 이온과 반응하여 생성된 탄산 칼슘이다.
(바닷물에 포함된)



관석이 생기면 열이 잘 전달되지 않고 심하면 관이 좁아지므로 수압이 세져서 관이 터지는 경우가 있어요.

-보일러 안에서 버너가 불을 지펴서 보일러 관 안의 물을 가열하고, 뜨거운 물이 방 바닥 밑의 파이프를 지나면서 방을 데운다.

-지하수에는 칼슘 이온(Ca^{2+})이 많이 들어 있다. 공기 중에 포함된 이산화탄소 CO_2 가 물에 녹아 탄산이온 CO_3^{2-} 이 된다. 지하수에 포함된 Ca^{2+} 와 CO_3^{2-} 이 결합하여 탄산칼슘 앙금이 생긴다.



마술. 우유와 오렌지주스



(수용액)

(고체)

우유: 탄산 나트륨 Na_2CO_3 + 염화 칼슘 CaCl_2
 $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3$ (흰색앙금)

(수용액)

(고체)

오렌지주스: 질산 납 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ + 아이오딘화 칼륨 KI
 $\text{Pb}^{2+} + 2\text{I}^- \rightarrow \text{PbI}_2$ (노란색앙금)

앙금 생성 반응을
이용하여 마술을
해봅시다.

우리 주변에
존재하는 이온을
찾아보아요.

생수나 음료수 병에
표시된 성분
표시에는 원소
기호를 이용하여
나타내는 경우가
많지만, 실제로는
원자 상태가 아니라
이온 상태로 들어
있으므로 이온식으로
표시해야 맞아요.

무기물질함량 (mg/L)	
칼슘(Ca)	17.2-34.5
나트륨(Na)	2.99-7.43
칼륨(K)	0.58-1.31
불소(F)	불검출-0.5
마그네슘(Mg)	4.31-7.09

생수: Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , F^- , Mg^{2+} 등



◀ 바닷물에는 염화 이온(Cl^-), 나트륨 이온(Na^+), 황산 이온(SO_4^{2-}) 등이 들어 있다.

▶ 우리 몸에는 나트륨 이온(Na^+), 칼슘 이온(Ca^{2+}), 철 이온(Fe^{2+}) 등이 들어 있다.



우리 주변에 존재하는 이온을 찾아보아요.

염전에서 바닷물의 물을 증발시키면 염화 이온과 나트륨 이온이 결합된 염화 나트륨(소금)이 생겨요.

|그림 1-18| 여러 가지 이온의 이용

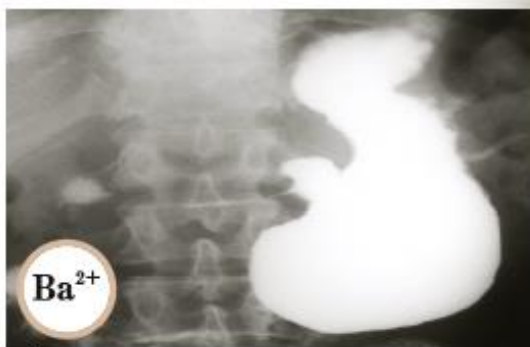


(불소. 충치 예방 효과가 있다.)

플루오린화 이온(F^-)은 치약에 들어 있다.



리튬 이온(Li^+)은 휴대 전화, 노트북 등의 리튬 이온 전지를 만드는 데 이용된다.



(위 검사) 바륨 이온(Ba^{2+})은 X선 사진을 촬영하기 전에 마시는 *조영제에 포함되어 있다.
(흰색 약)



수소 이온(H^+)은 수소 연료 전지 자동차의 연료인 수소 연료 전지를 만드는 데 이용된다.



이온은 우리 생활에서 유용하게 이용되어요.