

주제4

여러 가지 결정 만들기

차시	5/6 차시		
교과서	58~59쪽	실험 관찰	40쪽

학습 목표

- 개념 영역** ● 물의 온도에 따라 물질이 녹는 양이 달라지기 때문에 결정이 생김을 알 수 있다.
- 과정 영역** ● 진한 용액으로부터 결정을 얻어 내는 장치를 꾸밀 수 있다.

고과서

여러 가지 결정을 만들어 봅시다.

모듬별로 여러 가지 결정을 만들어 봅시다. 뜨거운 물이 들어 있는 비커에 백반을 녹여 진한 용액을 만듭니다. 이 용액에 털실로 감은 철사를 넣어 봅시다. 형겅으로 덮은 다음, 며칠 동안 가만히 놓아 둡니다.





뜨거운 물체를 만지지 않도록 주의해야 합니다.



시약을 함부로 먹으면 안 됩니다.



깨끗한 비커를 사용하고 먼지가 들어가지 않도록 해야 합니다.

그 밖에 여러 가지 물질의 결정을 만들어 봅시다.

백반 결정 만들기



1 철사를 구부려 원하는 모양을 만듭니다.



2 털실로 철사를 감습니다.



3 백반을 막자로 잘게 부순다.



4 물에 백반가루가 더 이상 녹지 않을 때까지 녹입니다.



5 털실로 감은 철사를 데웁니다.



6 형겅으로 덮어 둡니다.

학습 개요

1. 진한 백반 용액으로 결정 만들기
 - 진한 백반 용액을 만드는 과정을 알고 장치 꾸미기
2. 진한 소금 용액으로 결정 만들기
 - 진한 소금 용액을 만들어 물 증발시키기
3. 진한 황산구리 용액으로 결정 만들기
 - 진한 황산구리 용액을 만들어 식히기

실험 관찰

티칭 시 보기

성찰을 물에 빨리 녹이는 방법



빠르게 저어 준다.



알갱이를 작게 만든다.



따뜻한 물에 녹인다.

물의 양과 물에 녹는 가루의 양

우리는 3학년 때 '여러 가지 가루 녹이기' 단원에서 물의 양에 따른 가루의 녹는 양에 대하여 공부하였습니다. 물의 양이 많아지면 녹는 가루의 양은 어떻게 됩니까?



여러 가지 결정 만들기 58~59쪽

소금 결정 만들기

- ① 비커에 물을 반쯤 붓고, 소금이 더 이상 녹지 않을 때까지 잘 저어 녹입니다.
- ② 비커의 소금물을 솜부룬만 케트의 집시에 반쯤 옮깁니다.
- ③ 케트의 집시의 솜부룬을 줄이로 덮고 며칠 동안 가만히 둡니다.

황산구리 결정 만들기

- ① 비커에 뜨거운 물을 반쯤 부은 다음, 굵게 가루로 만든 황산구리를 조금씩 녹여 진한 용액을 만듭니다.
- ② 이 용액의 솜부룬을 케트의 집시에 반쯤 붓습니다. 며칠 동안 가만히 둡니다.

40

물의 양을 늘리면 녹는 가루의 양도 늘어납니다.

준비물

미리 준비하세요 — 뜨거운 물

모둠별 준비물

백반(약간)



황산구리(약간)



소금(약간)



나무 젓가락, 유리 막대(1개)



비커 (1개)



막자와 막자 사발(1개)



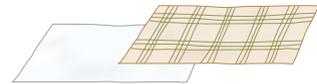
페트리 접시(1개)



알코올 램프, 삼발이, 석면 쇠그물(1조)



형짚, 수건(1장)



펜치(1개)



스티로폼 조각, 스티로폼 상자



털실 또는 무명실(1타래)



학생 준비물 철사(개인별 20cm)

탐구 활동 과정

활동 1. 백반 결정 만들기

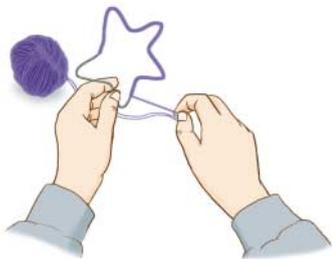
1. 철사를 구부려 원하는 모양을 만든다.



철사에 찢리지 않도록 조심하고 친구의 얼굴 쪽으로 철사 끝부분이 가지 않도록 한다.



2. 털실로 철사를 감는다.



결정의 씨 역할을 위해 털실을 촘촘히 감는다. 편리하게 모루를 사용할 수 있다.

3. 백반을 막자 사발에 넣고 막자로 가루가 되도록 갈아 준다.



덩어리를 녹이는 데 시간이 많이 걸리므로 반드시 가루가 되도록 갈아 준다.

4. 미리 준비된 뜨거운 물에 백반 가루가 더 이상 녹지 않을 때까지 녹인다.



충분히 백반을 녹이지 않을 경우 결정이 잘 생기지 않으므로 충분히 녹여 준다.

교사는 미리 물을 80~85℃ 정도의 온도로 데워 각 모듬에게 나눠 준다. 물에 원하는 색깔의 물감을 약간 섞으면 아름다운 봉산 결정이 생긴다.

5. 털실로 감싼 철사를 유리 막대나 나무 젓가락에 매단다.



철사로 만든 물체가 봉산 용액 속에 완전히 잠기도록 한다.



6. 스티로폼 위에 비커를 올려놓고 형겅으로 덮은 후 며칠 동안 가만히 놓아두거나 스티로폼 상자에 넣는다.



붕산 용액을 천천히 식히면 더 큰 결정을 얻을 수 있다.

활동 2. 소금 결정 만들기

1. 비커에 뜨거운 물을 1/2쯤 붓고 소금을 넣어가며 진한 소금 용액을 만든다.



교사는 미리 80~85℃ 정도로 데운 물을 각 모듬에게 나눠 준다.

2. 비커의 소금물을 윗부분만 페트리 접시에 반쯤 옮겨 담고 종지로 덮은 후 며칠 동안 가만히 놓아둔다.



물이 증발하여 소금 결정을 얻기까지는 일주일 정도 시간이 걸릴 수 있다.

활동 3. 황산구리 결정 만들기

1. 비커에 뜨거운 물을 1/2쯤 부은 다음, 고운 가루로 된 황산구리를 넣어가며 진한 용액을 만든다.



진한 황산구리 용액 속에 작은 황산구리 조각을 매달 경우 철사를 사용하면 녹아 끊어 질 수 있다.

2. 비커의 윗부분 쪽의 황산구리 용액을 페트리 접시에 반쯤 붓고 종지로 덮은 후 며칠간 놓아둔다.



먼지가 들어가 결정의 씨가 되는 것을 막아 준다.



정 리

1. 백반 결정 만드는 순서

- 1) 철사로 원하는 모양 만들기
- 2) 철사를 털실로 촘촘히 감기
- 3) 백반을 막자로 갈아주기
- 4) 더 이상 녹지 않을 때까지 백반 녹이기
- 5) 유리 막대에 물체를 매달기
- 6) 형겅으로 덮어두기

2. 소금 결정 만드는 순서

- 1) 뜨거운 물에 소금이 더 이상 녹지 않을 때까지 녹이기
- 2) 용액을 페트리 접시에 옮기고 종이를 덮어둔다.

3. 황산구리 결정 만드는 순서

- 1) 뜨거운 물에 황산구리가 더 이상 녹지 않을 때까지 녹이기
- 2) 용액을 페트리 접시에 옮기고 종이를 덮어둔다.



평 가

1. 백반 결정을 만드는 순서대로 나열하시오.

- | | |
|-------------------|--------------------------|
| 가. 철사를 털실로 촘촘히 감기 | 나. 철사로 원하는 모양 만들기 |
| 다. 형겅으로 덮어두기 | 라. 더 이상 녹지 않을 때까지 백반 녹이기 |
| 마. 유리 막대에 물체를 매달기 | 바. 백반을 막자로 갈아주기 |

2. 결정을 만드는 과정에서 형겅을 씌우는 이유는 무엇인가요?

3. 물체에 달라붙은 백반을 왜 생겼으며 어디서 왔을까요?

- 정답**
1. 나-가-바-라-마-다
 2. 천천히 식도록 하여 더 큰 결정을 얻기 위해서
 3. 백반 용액의 온도가 낮아지면 물 안에 녹을 수 있는 백반의 양이 적어지므로 더 이상 녹지 못한다.

1. 포화 용액

어떤 온도에서 100g의 용매에 녹일 수 있는 물질의 최대량을 그 온도에서 그 물질의 용해도라고 하는데, 물질이 어떤 온도에서 용해도만큼 녹아 있는 상태를 포화 상태라고 한다.

물에 소금을 넣고 계속 녹이면 처음에는 잘 녹다가 어느 정도 녹으면 녹는 속도가 느려지고 녹이기도 힘들어진다. 그러다가 아무리 저어도 더 이상 녹지 않게 된다. 이처럼 더 이상 녹일 수 없는 가장 진한 용액을 포화 용액이라고 한다.

물질이 용해되는 것은 용매 분자와 용질 분자 사이의 끌리는 힘 때문이다. 이 끌리는 힘이 크면 용질은 용매 사이로 녹아들어간다. 그러나 용매 100g 안에는 용매 입자의 수가 한정되어 있기 때문에 용질은 한없이 녹지 못하고 일정한 양만큼만 용매에 녹을 수 있다.



온도가 높아지면 용매 분자의 수가 일정해도 더 많은 양의 용질이 녹는다. 이는 온도가 높을 때 분자 운동이 활발해져서 용질 분자와 용질 분자 사이의 인력을 쉽게 끊고 용매 분자와 인력을 느낄 수 있는 상태가 되기 때문이다. 또한 포화 용액이라 하더라도 미시적으로는 끊임없이 용질 분자들이 용매 분자들과 인력으로 붙었다가 다시 떨어지는 과정을 반복하는데, 온도가 높으면 그 속도가 빠르기 때문에 평균적으로 더 많은 양의 용질이 물 속에 녹아 있게 된다.

2. 과포화 용액

포화 상태 이상으로 용질이 녹아 있는 상태의 용액을 과포화 용액이라고 한다. 높은 온도에서 포화 상태에 있는 용액을 서서히 냉각시키면 녹아 있는 용질이 석출되지 않고 그대로 남아 과포화 상태가 된다. 과포화 용액은 매우 불안정하여 용액을 흔들거나 다른 결정 덩어리를 넣어 주면 용질을 결정으로 분리할 수 있다.

그러나 결정으로 되려면 외부에서의 자극이나 용액 안에 녹아 있는 용질들을 붙잡아 줄 수 있는 씨(seed)가 있어야 하기 때문에 불안정하지만 이러한 외적 조건이 충족되지 않으면 과포화 용액의 상태로 있게 된다. 그러나 계속 온도를 낮추면 결국 과포화된 용액으로부터 용질이 석출되어 다시 고체로 변하는데, 이러한 것을 재결정 또는 석출이라고 한다.

3. 결정과 결정의 씨

높은 온도에서 고체를 물에 녹인 수용액을 낮은 온도로 냉각시키면 액체의 밑바닥에 고체가 가라앉는다. 이때 생기는 고체는 규칙적인 모양을 하고 있는데, 이것을 결정이라고 한다. 결정의 모양이나 색깔은 물질의 종류에 따라 각각 다르다.

결정은 일정한 모양을 하게 되는데 결정의 크기는 식는 속도에 따라 달라진다. 천천히 식으면 결정의 크기가 커지고 빠르게 식으면 결정의 크기가 작아진다. 빠르게 식을 때에는 큰 결정으로 자랄 시간이 적기 때문이다.

마그마의 경우 땅 속 깊은 곳에서 천천히 식기 때문에 알갱이(결정)가 큰 화강암과 같은 암석을 만들고, 지표로 나와서 용암이 흐르면서 빠르게 식으면 현무암과 같이 알갱이가 작은 암석이 만들어진다. 금속을 가공할 때 담금질에 따라 금속의 강도가 달라지는 것도 같은 원리이다.

이처럼 과포화 용액에서 결정으로 석출되기 위해서는 결정의 씨(seed)가 필요한데, 결정의 씨에 가까이 있는 입자들은 상호간의 인력에 의해 결정의 씨에 달라붙어 석출되고, 이미 석출된 결정은 또 다른 결정의 씨가 되어 석출을 돕게 된다. 결정의 씨와 멀리 떨어져 있는 입자들은 바닥에 가라앉기도 한다. 백반 결정 만들기에서 철사에 털실을 감는 것도 털실이 씨 역할을 하기 때문이다.



꽃 나무 만들기

준비물 : 요소 비료, 비커 2개, 중성 세제(주방용), 식용색소, 차 숟가락, 물, 목공용 본드, 거름종이, 가위, 스포이트, 유리 막대

실험 과정

1. 비커에 물 두 숟가락, 요소 한 숟가락을 넣어서 녹인다.
2. 또 다른 비커에 중성세제 한 숟가락과 목공용 본드 1/4 숟가락을 혼합한다.
3. 1번 비커에 원하는 색깔의 식용색소를 타 준다.
4. 스포이트로 1번 비커에 2번 용액을 몇 방울 떨어뜨리고, 유리 막대로 저어 준다.
5. 거름종이를 나무 모양으로 오려서 비커 가운데 세운다.
5. 증발이 잘 되는 곳에 두고 하루 정도 기다린다.

예상하기

유리잔 속의 용액은 어떻게 될까요?

비커 속의 나무 모양 종이는 어떻게 변할까요?

정답 및 해설



물이 증발하면서 비커 벽에 비늘 같은 결정들이 달라붙고, 그 결정 위로 계속해서 결정이 자라게 되므로 비커 가득히 아름다운 마술 꽃이 피어나는 것을 볼 수 있다. 물이 증발하면 녹아 있던 요소가 결정으로 석출되는데, 요소 용액이 계속 거름종이를 타고 올라오면서 물이 증발하여 처음 생긴 요소 결정에 계속 새로운 요소 결정이 달라 붙게 된다. 요소 용액이 거름종이를 타고 올라오는 것은 모세관 현상에 의한 것으로 용액이 거름종이 끝에

도달하면 요소 결정 끝에서 다시 증발하여 요소가 결정으로 자라게 되는 것이다. 여기서 목공용 본드는 요소가 잘 달라붙을 수 있도록 도와주고, 중성 세제는 이 용액의 표면장력을 적절히 조절해서 용액이 잘 빨리 올라 올 수 있도록 해 준다.



손 난로로 탑 쌓기

준비물 : 손 난로 2개, 책받침(접시), 비커, 가위

만드는 과정

1. 손 난로 한 개의 푹푹이를 꺾어 딱딱한 고체로 만든다.
2. 딱딱해진 손 난로의 한 쪽 귀퉁이를 가위로 잘라 내용물 약간을 책받침 가운데 부분에 묻힌다.
3. 액체 상태의 다른 손 난로의 한 쪽 귀퉁이를 가위로 자른 뒤 내용물을 깨끗한 비커에 붓는다. 이때, 푹푹이는 넣지 않는다.
4. 책받침에 남겨 두었던 내용물 위로 3의 용액을 천천히 부어 준다.
5. 용액을 끝까지 부은 다음 그 탑을 손으로 만져 본다.



참고사항

과포화 상태의 용액은 자극을 받으면 굳어서 결정이 생기는데 자극을 주는 방법 중의 하나가 결정의 씨를 뿌려 주는 것이다. 여기서는 책받침에 씨가 될 손 난로의 내용물(아세트산나트륨)을 놓고 그 위로 용액을 부어 주면 씨가 닿는 즉시 용액이 굳어지고 계속 그 과정이 반복되면서 탑이 위로 쌓이는 것이다. 물론 이 과정에서 열이 나게 되므로 탑을 손으로 만지면 따끈따끈하다. 비커를 깨끗이 하는 것은 불순물이 비커에 묻어 있을 경우 그것이 씨가 되어 용액을 부으면 비커의 주둥이 부분에서 시작하여 비커 안의 용액이 모두 굳어 버리기 때문이다. 시중에서 파는 손 난로 한개 정도면 20 ~ 30cm정도 높이의 탑을 쌓을 수 있다.

한 학급의 학생들이 실험을 할 때, 씨를 뿌려 주기 위해서 딱딱하게 굳힐 손난로는 한 개면 충분하다. 만약 한 학급을 6모둠으로 구성하여 실험한다면 손난로는 7개면 충분하다.



꿀은 왜 하얗게 굳어질까?



여름에 투명한 꿀은 겨울이 되면 하얀 결정이 되어 버린다.

이것은 꿀에 함유되어 있는 포도당이 온도가 낮아져 결정으로 되어 분리되어진 것으로 이 결정은 매우 순수한 포도당이다. 꿀에는 과당도 함유되어 있으나 결정화가 어려우므로 액체 그대로 있다.

포도당 함유량이 많은 꿀은 겨울에는 전체가 굳어져 버리나 이것도 자루에 넣고 짜면 수분과 과당은 걸쭉한 액체로서 스며 나온다.

일반적으로 고체를 물에 녹이는 경우, 온도가 높을수록 많이 녹으며, 이것을 식히면 더 녹은 만큼이 결정으로 석출되어진다.

이 때에 녹기 어려운 성분만 결정이 되며, 결정이 될 때에는 같은 성분만이 잘 모여져 결정이 되는 성질이 있기 때문에 불순물이 섞일 가능성이 낮다. 따라서 이 방법으로 불순물을 포함한 고체를 순수한 결정으로서 분리 정제할 수가 있다. 다시 말해 꿀을 냉각시켜 꿀 안의 포도당만을 순수하게 분리할 수가 있다.

이와 같은 분리 정제법을 재결정법이라 하며 공업적으로도 널리 이용되고 있다. 사탕수수즙을 탈색 농축한 후 냉각시켜 결정화시킨 것이 백설탕이며, 백설탕을 뜨거운 물에 녹인 후 냉각시켜 다시 순수한 결정으로 한 것이 얼음사탕이다.

인공 강우와 응결핵

사람이 마음대로 비를 오게 하고 그치게 할 수는 없을까?

이것은 인류의 커다란 꿈이기도 하였으며 오늘날 그 가능성이 현실로 나타나고 있다. 용액으로부터 고체가 재결정될 때 결정의 씨가 필요하듯이 빗방울이 형성되기 위해서도 빗방울의 씨가 필요한데 인공강우는 구름에 ‘빗방울의 씨(응결핵)’를 뿌려 비를 만드는 기술이다. 응결핵은 이미 구름 속에 형성되어 있는 작은 물방울들을 서로 엉기어 큰 빗방울로 만들어 주는 역할을 하는 것이다. 재결정 과정에서는 액체인 용액에서 고체인 결정이 만들어지지만, 이 경우에는 작은 물방울들을 보다 크고 무거운 물방울로 만들어 비로 떨어지도록 하는 것이다.

1940년대 미국 제너럴일렉트릭 연구소의 과학자들이 비행기에서 드라이아이스 조각과 요오드화은(AgI) 연기를 구름에 뿌려, 인공 비를 만드는 데 처음 성공했다.



인공 강우는 구름에 인공적인 조작을 가하여 비를 내리게 하는 것이다. 물방울들이 뭉치면서 얼음 결정으로 자라도록 하기 위해 영하의 찬 구름 속에 비행기나 로켓을 이용하여 드라이아이스(CO₂)를 뿌려준다. 또는, 지상에서 요오드화은

(AgI)을 태워 그 연기를 구름 속으로 보내어 이것들을 응결핵으로 하여 작은 물방울이 엉기어 비를 내리게 하기도 한다. 은이나 요오드는 입자의 크기가 크기 때문에 적은 양의 응결핵으로도 많은 물방울들을 모을 수 있다. 구름의 온도가 0℃ 이상인 경우에는 비행기로 물을 뿌리는데, 물방울이 떨어지면서 구름 속에 존재하는 작은 물방울들과 합쳐져서 보다 큰 물방울을 형성할 수 있기 때문이다. 이는 마치 차창에 비가 떨어져 내리면서 이미 묻어 있던 물방울들과 합쳐져 커지면서 더 빨리 흘러내리는 것과 유사하다. 혹은 흡수성이 높은 소금을 뿌려 소금 주위의 물방울들을 뭉치게 함으로써 비를 내리게 하기도 한다.

그러나 인공 강우는 구름이 형성되었을 때에는 가능하지만, 햇볕이 내리 쏘이는 가뭄철에는 구름이 없어서 효과가 없다.



쉬어 가기

절대 실패하지 않는 기우제



아프리카에 한 부족이 있었습니다. 이 부족은 가뭄이 들 때마다 추장을 중심으로 하여 기우제를 지냈는데요. 신기하게도 그럴 때마다 항상 하늘에서 비가 내렸지요. 그래서 이웃 부족들도 그 비결을 늘 궁금해 했습니다.

과연 그 비결은 무엇일까요?

답 : 비가 올 때까지 기우제를 지낸다.