

# 물의 온도에 따른 붕산의 녹는 양

차시	3~4/6 차시		
교과서	57쪽	실험 관찰	39쪽

## 학습 목표

- 개념 영역**
- 찬물과 따뜻한 물에서 녹는 붕산의 양을 비교할 수 있다.
  - 녹지 않고 남아 있는 붕산을 녹이기 위해서 물을 가열하여 녹일 수 있다.
- 과정 영역**
- 가열 장치를 꾸미고 붕산을 녹이는 실험을 안전하게 실시할 수 있다.



**물의 온도에 따라 붕산의 녹는 양이 어떻게 다른지 알아봅시다.**

찬물과 따뜻한 물 중, 어느 것에 붕산이 더 많이 녹을까요?

찬물과 따뜻한 물 중, 어느 것에 붕산이 더 많이 녹는지 알아보려면 어떻게 해야 할까요?

뜨거운 반주를 공기가 닿음에 따라 쉽게 수증기로 변해 버립니다.

각 모둠이 실험한 방법과 결과를 비교하여 봅시다.

## 학습 개요

1. 찬물에 붕산 녹여보기
  - 찬물에 붕산을 조금씩 넣으면서 더 이상 녹지 않을 때까지 녹여보기
2. 가라앉은 붕산 완전히 녹여 진한 붕산 용액 만들기
  - 가라앉은 붕산 용액을 가열 장치에 가열하여 완전히 녹이고 붕산의 포화 용액 만들기
3. 가열한 붕산 용액 식히기
  - 가열한 붕산 용액을 식히면서 변화 관찰하기
  - 붕산 용액이 든 시험관을 얼음물 속에 넣어 보고 변화 관찰하기
4. 물의 온도와 붕산의 녹는 양과의 관계 토의하기
  - 물의 온도가 높아질 때와 낮아질 때 붕산의 녹는 양이 어떻게 달라지는지 토의하기

3,4  
차  
시

## 실험 관찰



물의 온도에 따른 붕산의 녹는 양

57쪽

- ▶ 관문과 따뜻한 물에 녹는 붕산의 양 예상하기
- ▶ 우리 모둠이 사용한 실험 방법:
- ▶ 관문과 따뜻한 물에 녹는 붕산의 양에 대한 실험 결과:
- ▶ 다른 모둠이 사용한 실험 방법:
- ▶ 물의 온도에 따른 붕산의 녹는 양:

**실험거리** 붕 산

붕산은 흰색의 기부 물질로 냄새가 나지 않으며, 물에는 물론 알코올이나 글리세롤 등에도 잘 녹습니다.

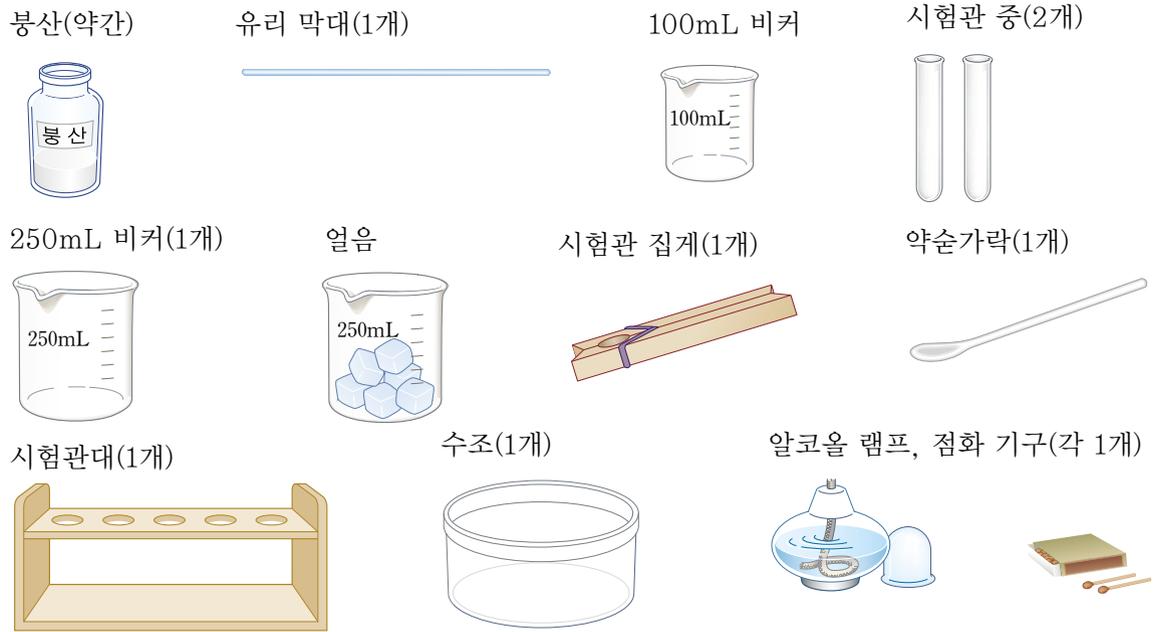
붕산은 유리, 도자기의 유약 등을 만드는 원료로 사용됩니다.



- 찬물보다 따뜻한 물에 붕산이 더 잘 녹는다.
- 찬물보다 따뜻한 물에 붕산이 더 많이 녹는다.
- 찬물에서 녹이기
- 따뜻한 물에서 녹이기
- 따뜻한 물에서 더 많이 녹는다.
- 찬물에서 녹이기
- 따뜻한 물에서 녹이기
- 붕산이 물에 녹는 양은 물의 온도가 높을 수록 많아진다.
- 붕산이 물에 녹는 양은 물의 온도가 낮을 수록 적어진다.

준비물

모둠별 준비물



탐구 활동 과정

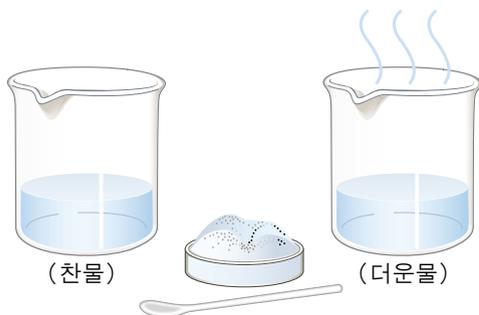
활동 1. 더운물에 붕산 녹이기

1. 붕산을 찬물과 더운물에 녹일 경우 어느 쪽에서 더 잘 녹을지 예상해 본다.



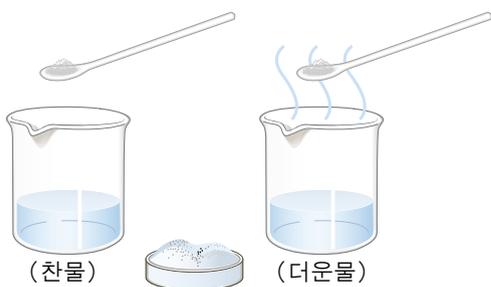


2. 비커에 찬물과 더운물을 1/3 정도 붓는다.



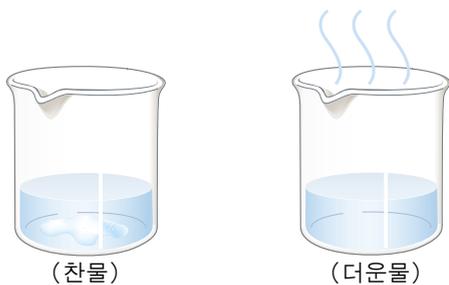
붕산은 흰색의 가루 물질로 물, 알코올, 글리세롤에 잘 녹으며 유리, 유약 등의 원료가 된다.

3. 약순가락으로 붕산을 조금씩 넣는다.



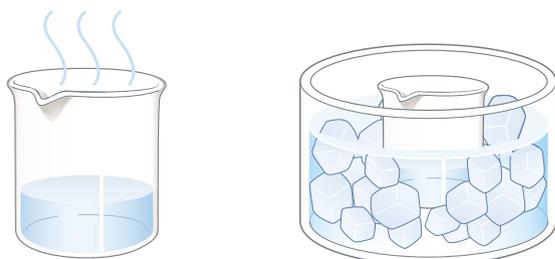
넣은 붕산이 완전히 녹은 다음에 조금씩 더 넣어 준다.

4. 더 이상 녹지 않고 바닥에 가라앉을 때까지 붕산 넣어 준다. 가라앉은 붕산을 어떻게 녹일 수 있는지 생각해 보자.



• 붕산 용액이 담긴 비커를 가열하여 물의 온도를 높여 준다.

5. 더운물에 녹인 붕산을 천천히 식히면서 비커 속의 변화를 관찰한다.



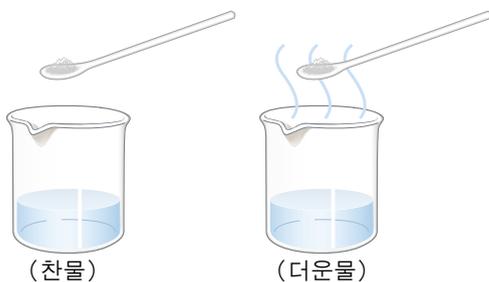
빨리 식히려면 수조에 얼음물을 넣은 후 더운물이 담긴 비커를 넣어준다.

3,4  
차  
시



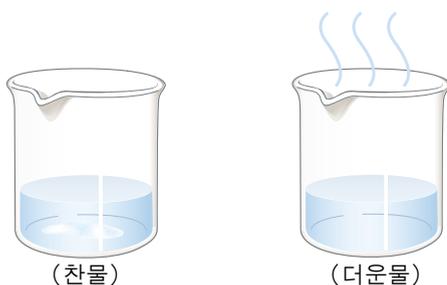
## 활동 2. 가열하면서 붕산 녹이기

1. 붕산을 찬물과 더운물이 든 비커에 각각 녹여준다.  
더 이상 녹지 않고 가라앉을 때까지 넣어준다.



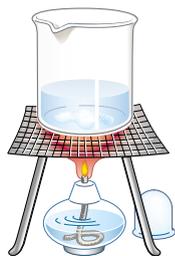
붕산은 흰색의 가루 물질로 물, 알코올, 글리세롤에 잘 녹으며 유리, 유약 등의 원료가 됩니다.

2. 더 이상 녹지 않고 바닥에 가라앉을 때까지 붕산 넣어 준다. 가라앉은 붕산을 어떻게 녹일 수 있는지 생각해 보자.



• 붕산 용액이 담긴 비커를 가열하여 물의 온도를 높여 준다.

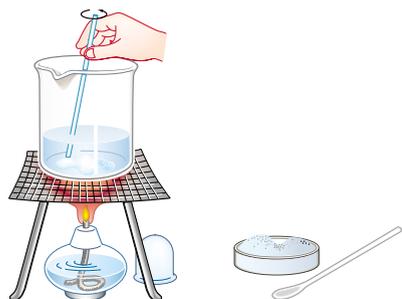
3. 붕산이 녹지 않고 가라앉은 더운물의 비커를 삼발이 위에 올려놓고 가열한다.



비커가 뜨거우므로 조심해서 옮겨놓는다.



4. 더 이상 붕산이 녹지 않을 때까지 충분한 양을 녹여준다.



유리 막대로 저어주며 붕산이 모두 녹을 때까지 가열해 준다.

5. 가열한 비커를 천천히 식히면서 변화를 관찰한다.



비커 속의 변화를 계속 관찰한다.

- 비커 바닥에 흰색 물질이 생긴다.

6. 더 많은 붕산을 얻으려면 어떻게 하여야 할지 토의하기



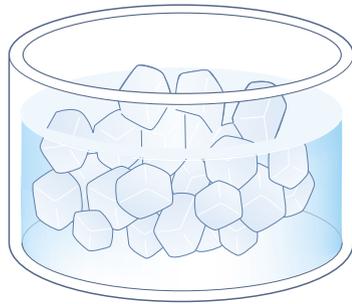
더 많은 붕산을 얻기 위해서 할 수 있는 방법

- 차가운 물 속에 넣는다.
- 얼음물 속에 넣는다.

3,4  
차  
시

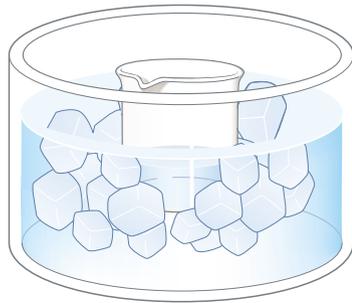


**7.** 수조에 물을 넣고 얼음 덩어리를 집어넣는다.



동근 수조에 물을 1/2 정도 넣은 후 얼음 덩어리를 집어넣는다.

**8.** 얼음물이 든 수조에 붕산 용액이 든 비커를 넣는다.



뜨거운 비커를 갑자기 넣으면 깨질 수 있으므로 식힌 다음 얼음물에 넣어 준다.  
 • 흰색 물질이 바닥에 쌓이고 시험관 벽에도 생긴다.

**9.** 얼음물이 든 수조에서 비커를 꺼내어 비커 속의 변화를 관찰하고 비커 속의 물질은 어디서 온 것인가 토의하기



• 물의 온도가 낮아지면 녹을 수 있는 붕산의 양이 줄어들기 때문에 여분의 붕산은 결정 상태로 된다.  
 • 붕산의 녹는 양은 물의 온도에 따라 달라지며 온도가 높을수록 많이 녹는다.



## 정 리

1. 찬물에 붕산을 넣으면 처음에는 잘 녹다가, 더 이상 녹지 않고 바닥에 가라앉는다.
2. 붕산이 녹지 않고 바닥에 가라앉아 있을 경우 알코올 램프에 가열해 주면 붕산이 녹는다.
3. 뜨거운 물속에 붕산을 충분히 녹이고 서서히 식혀 주면 바닥이나 벽에 붕산이 가라앉는다.
4. 얼음물 속에 붕산 용액이 든 비커를 넣어 주면, 비커 속에 가라앉은 붕산이 생긴다.
5. 붕산이 물에 녹는 양은 용액의 온도에 따라 달라지며 온도가 높을수록 많이 녹고 온도가 낮아지면 줄어든다.



## 평 가

1. 붕산이 더 이상 녹지 않고 바닥에 가라앉아 있을 경우, 물의 양을 늘리지 않고 녹일 수 있는 방법은 무엇인가요?
2. 더운 물에 붕산이 더 이상 녹지 않을 때까지 녹였다. 붕산 용액으로부터 붕산을 얻을 수 있는 방법은 무엇인가요?
3. 붕산이 물에 녹는 양에 영향을 주는 것끼리 짝지어진 것은 어느 것인가요? (     )
  - ① 물의 온도와 물의 양
  - ② 물의 양과 붕산의 색깔
  - ③ 물의 양과 그릇의 크기
  - ④ 물의 온도와 그릇의 크기
4. 물의 온도와 붕산이 녹는 양은 어떤 관계가 있나요?  
온도가 높을수록 녹은 붕산의 많은 양은 ( 많아진다, 적어진다).

- 정답**
1. 붕산 용액을 가열하여 온도를 높여 준다.
  2. - 붕산 용액이 들어 있는 시험관을 식혀 준다.  
- 비커를 찬물에 넣는다.  
- 비커를 얼음물 속에 넣는다.
  3. ①
  4. 많아진다.

## 개념 해설

### 1. 물의 온도에 따라 붕산이 얼마나 녹을까?

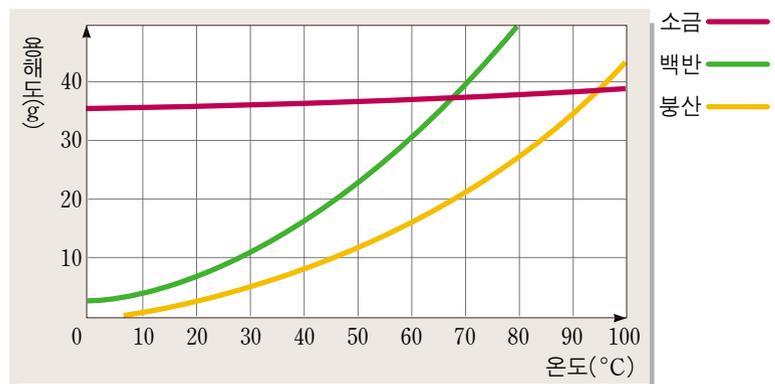
어떤 용매에 용질이 녹는 양은 온도에 따라 다르다. 30℃의 물에서 붕산은 얼마나 녹을 수 있을까? 용해도란 어떤 온도에서 용매 100g 속에 최대로 녹아 있는(포화 상태) 용질의 g수를 말한다. 예를 들면 30℃ 물에서 붕산이 최대로 5.04g 녹았다면 30℃ 물에 대한 붕산의 용해도는 5.04이다.

물 100g에 녹는 붕산의 양은 다음과 같다.

온도(℃)	10	20	30	40	50	60	70	80
용해도	2.66	3.57	5.04	6.72	11.54	14.81	18.62	23.62

압력이 일정할 때, 용해도는 온도에 따라 변한다.

이 관계를 보통 가로축에 온도, 세로축에 용해도를 잡아 그래프로 나타낸 것을 용해도 곡선이라고 한다.

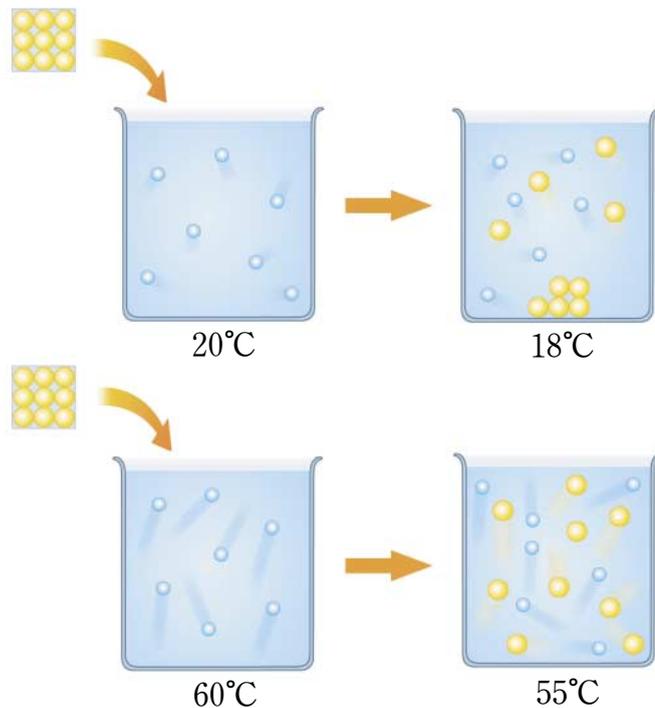


소금, 백반, 붕산의 용해도 곡선

- ① 온도가 올라갈수록 붕산의 녹는 양이 많아지고, 온도가 낮아질수록 붕산의 녹는 양이 적어진다. 그러므로 높은 온도에서 많이 녹였던 붕산 용액을 식히면 바닥에 붕산이 가라앉게 되는데, 학생들은 이 붕산이 어디에서 왔는지 잘 모르는 경우가 많다. 붕산을 식히기 전에 시험관 안에 들어 있던 붕산의 양을 대략 생각해 보고, 식혔을 때는 온도가 낮아졌으므로 녹을 수 있는 양이 줄어들게 되어 그만큼의 양이 녹아 있지 못하고 가라앉게 된다는 것을 이해할 수 있도록 한다.
- ② 붕산과 백반의 용해도는 온도에 따라 녹는 변화량이 많으므로 실험 재료로 적당하다. 그러나 소금은 온도에 따라 녹는 변화량이 거의 없으므로 온도에 따른 용해도 변화를 관찰하는 물질로 적합하지 않다.

## 2. 물의 온도가 높아지면 왜 붕산이 많이 녹을까?

온도가 높아지면 액체의 운동은 더욱 활발해져서 낮은 온도에서보다 더 큰 운동 에너지를 가진다. 이 때 고체를 녹이면 활발한 운동 에너지 때문에 낮은 온도보다 액체 속에 더 많은 양의 고체가 끌고루 잘 섞이게 된다. 따라서 온도가 올라가면 고체의 용해도는 증가하게 된다.



예를 들어, 20°C 물 100g에 붕산 9g을 녹일 때, 20°C의 물 에너지가 붕산 4g을 녹일만한 에너지만을 포함하고 있다면, 나머지 5g의 붕산은 가라앉는다. 하지만 60°C인 물 100g은 20°C 물보다 높은 분자 운동 에너지를 가지므로, 9g의 붕산을 모두 녹일 수 있다. 따라서 60°C의 물 100g에 붕산 9g을 넣으면 가라앉지 않고 모두 녹게 된다.

하지만, 모든 경우에 이러한 현상이 일어나는 것은 아니다.

위와 같은 경우는 녹는 과정에서 열이 필요한 물질에 해당되는데, 이를 흡열 반응이라고 한다. 어떤 물질은 녹는 과정에서 열을 내보내는 경우도 있는데, 이를 발열 반응이라고 한다. 이러한 흡열 반응과 발열 반응은 물질의 고유 성질이다. 녹으면서 열을 내보내는 성질을 가진 수산화칼슘이나 수산화나트륨은 녹을 때 열이 발생하므로 주위에서 온도를 높여주면 오히려 녹지 않으려는 경향을 나타낸다. 따라서 온도가 높아질수록 용해도가 낮아지므로 이러한 물질들은 주위의 온도를 낮추어 주어야 잘 녹는다.

여러 온도에서 붕산이 녹을 수 있는 양을 직접 측정해보자

<준비물>

비커(200mL) 3개, 뜨거운 물, 찬물, 온도계, 붕산 가루, 약손가락, 유리 막대, 전자 저울, 약포지

<실험 과정>

- ① 전자 저울에 약포지를 올려놓고 '0' 을 맞춘다.
- ② 붕산 가루를 약손가락의 큰 부분을 이용하여 한 스푼 떠서 약포지 위에 조심스레 놓아보자. 붕산 가루 한 스푼은 몇 g인가?
- ③ 20℃의 물 100g을 담은 비커에 붕산을 한 스푼씩 넣으며 저어보자.  
붕산이 다 녹으면 ○, 녹지 않고 가라앉은 붕산이 있으면 ×표를 하시오.

붕산을 넣은 스푼수	1	2	3	4	5	6	7	8	9
녹은 여부									

- ④ 40℃의 물 100g을 담은 비커에 붕산을 한 스푼씩 넣으며 저어보자.  
붕산이 다 녹으면 ○, 녹지 않고 가라앉은 붕산이 있으면 ×표를 하시오.

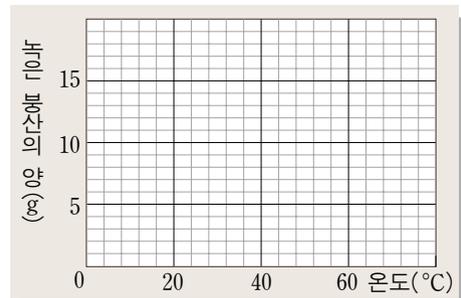
붕산을 넣은 스푼수	1	2	3	4	5	6	7	8	9
녹은 여부									

- ⑤ 60℃의 물 100g을 담은 비커에 붕산을 한 스푼씩 넣으며 저어보자.  
붕산이 다 녹으면 ○, 녹지 않고 가라앉은 붕산이 있으면 ×표를 하시오.

붕산을 넣은 스푼수	1	2	3	4	5	6	7	8	9
녹은 여부									

- ⑥ 붕산이 가라앉지 않고 모두 녹았을 때의 가장 많은 스푼수가 그 온도에서 녹을 수 있는 붕산의 최대량이라고 할 때, 각 온도에서 녹은 붕산의 양을 g수로 계산하여 적고 그래프에 나타내어 보자.

	20℃	40℃	60℃
녹은 양(g)			



정답 및 해설

- 전자 저울에 약포지를 펴서 올려놓고 '0' 을 맞춘다. **붕산 가루만의 무게를 재기 위함이다.**
- 붕산 가루를 약순가락의 큰 부분을 이용하여 한 스푼 떠서 약포지 위에 조심스레 놓아보자. **붕산 가루 한 스푼은 몇 g인가? 1.5g정도. g수가 다르게 나오더라도 그 차이를 인정해준다. 단, 여러 번 반복하여 한 스푼 당 비교적 동일한 g수가 나올 수 있도록 연습하게 한다.**
- 20℃의 물 100g을 담은 비커에 붕산을 한 스푼씩 넣으며 저어보자. **붕산이 다 녹으면 ○, 녹지 않고 가라앉은 붕산이 있으면 ×표를 하시오.**

붕산을 넣은 스푼수	1	2	3	4	5	6	7	8	9
녹은 여부	○	○	×						

×표가 나오면 더 이상 녹이지 않도록 한다. 4, 5번도 동일한 방법으로 한다.

- 40℃의 물 100g을 담은 비커에 붕산을 한 스푼씩 넣으며 저어보자. **붕산이 다 녹으면 ○, 녹지 않고 가라앉은 붕산이 있으면 ×표를 하시오.**

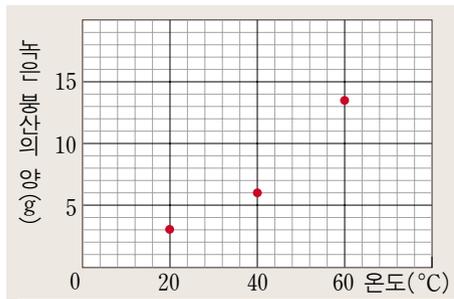
붕산을 넣은 스푼수	1	2	3	4	5	6	7	8	9
녹은 여부	○	○	○	○	×				

- 60℃의 물 100g을 담은 비커에 붕산을 한 스푼씩 넣으며 저어보자. **붕산이 다 녹으면 ○, 녹지 않고 가라앉은 붕산이 있으면 ×표를 하시오.**

붕산을 넣은 스푼수	1	2	3	4	5	6	7	8	9
녹은 여부	○	○	○	○	○	○	○	○	×

- 붕산이 가라앉지 않고 모두 녹았을 때의 가장 많은 스푼수가 그 온도에서 녹을 수 있는 붕산의 최대량이라고 할 때, 각 온도에서 녹은 붕산의 양을 g수로 계산하여 적고 그래프에 나타내어 보자.

	20℃	40℃	60℃
녹은 양(g)	3	6	13.5



지도상의 유의점

본 활동은 정확한 수치의 용해도보다는 온도에 따른 용해도의 차이에 대한 정량적인 경험을 하기 위함이다. 물은 알코올 램프로 가열할 수도 있으나 뜨거운 물을 미리 준비하는 것이 더 안전하고 효과적이다. 조별로 붕산을 넣는 아동, 유리 막대로 젓는 아동, 기록하는 아동을 역할 분담하여 활동하도록 하면 좋다.



고체 연료 만들기





지도상의 유의점

이 활동은 상온에서 비누 가루가 메탄올에 녹지 않을때 온도를 높여줌으로써 녹일 수 있다는 데 초점을 맞춘다. 중탕을 해서 녹일때 증기가 눈에 닿지 않도록 조심하며, 고체 연료에 불을 붙였다가 끌 때에는 강통 위를 뚜껑이 될 만한 것으로 닫아 공기를 차단시키면 된다.

쫉쫉 늘어나 얇은 막처럼 보이기도 하고, 동그랗게 만들면 통통 튀는 탕탱볼이 되는 플러버. 물의 온도에 따라 붕산의 녹는 양이 달라짐을 이용하여 재미있는 플러버를 만들어 보자.

**준비물** : 비커(500mL), 유리 막대, 붕산, PVA 물풀(PVC 수지 접착제), 식용 색소, 전자 저울이나 윗접시 저울, 종이, 알코올 램프, 삼발이, 비닐 장갑

**실험 과정**

- ① 비커에 물 300mL를 넣는다.
- ② 붕산 18g 정도를 물에 넣고 저어본다.
- ③ 녹지 않을 경우 여러 가지 방법을 생각해 보고, 알코올 램프로 열을 가해 녹인다.
- ④ 붕산이 모두 녹으면 좋아하는 색소 1ts 정도를 넣고 저어 주다가 붕산 용액에 물풀(PVA) 한 통을 모두 짜서 넣는다.
- ⑤ 유리 막대로 잘 젓는다. 이때 물풀이 유리막대에 엉기면서 조금씩 굳어지는데 비커 안쪽에 부딪히며 반죽이 되도록 한다.
- ⑥ 물풀이 어느 정도 굳어지면 꺼내어 손으로 꼭 짜면서 반죽을 하여 물기를 제거하고 재미있는 모양을 만들어 본다.
- ⑦ 완성한지 1~2시간이 지나면 탕탱볼처럼 책상 위에서 튀겨본다.



**생각해 보기**

찬물에서 녹지 않는 붕산을 녹이는 방법은 무엇인가?

---



---

### 〈정답 및 지도상의 유의점〉

#### 생각해 보기

찬물에서 녹지 않는 봉산을 녹이는 방법은 무엇인가?

(정답 : 알코올 램프로 열을 가하여 물의 온도를 높여주면서 유리 막대로 저어준다. 등)

#### 지도상의 유의점

- ① 학생들이 찬물에서 녹지 않는 봉산을 녹일 수 있는 방법을 잘 알고 있다면, 처음부터 40~50℃ 정도의 따뜻한 물을 준비해 가열하는 과정을 생략할 수도 있다.
- ② 플러버는 반죽하는 동안 분자들 사이에서 결합력이 일어나는데, 반죽을 충분히 하지 않으면 결합이 잘 일어나지 않아 부서져 버린다.
- ③ 손으로 반죽을 할 때에는 비닐 장갑을 끼고 하는 것이 좋으며, 어느 정도 물기가 없어지고 반죽이 잘 되었으면 비닐 장갑을 벗고 맨손으로 재미있는 모양을 만들도록 한다.
- ④ 물풀은 PVA라고 쓰여진 것을 이용해야 봉산 용액과 반응하여 플러버가 만들어지며, 다른 풀은 플러버가 만들어지지 않는다.
- ⑤ 실험 전에 로빈 윌리엄스가 주연한 “플러버(Flubber)”라는 영화를 보여주면 아이들이 더 흥미 있어 할 것이다.



### 〈플러버의 비밀〉

봉산 용액은 풀 속의 PVA(폴리비닐 알코올) 분자 사이에 끼어들어 서로 엉기면서 분자 사이를 거대한 사슬로 연결시키기 때문에 탄성을 갖는 말캉말캉한 고형체를 이루게 되는데, 이것이 플러버다. 이 때 봉산 용액의 농도가 이 물질의 특성을 결정하는데, 농도가 낮으면 플러버처럼 잘 늘어나거나 잘 퍼지는 특성을 갖게 되며, 농도를 약간 높이면 좀 더 단단한 플러버가 된다. 처음 봉산 용액에서 꺼내었을 때엔 잘 퍼지고 늘어나는 성질이 강하지만, 1~2시간 지나면 수분이 증발하면서 탱탱볼처럼 약간 튀는 성질도 가진다. 이렇게 만들어진 플러버는 장시간 보관할 수 없는 단점을 가지는데, 며칠이 지나면 이 속에 함유된 수분이 증발하여 딱딱하게 변하게 된다.

