

20    년    월    일    요일  
 시간 :        장소 :        🇫🇷 🇨🇪 🇮🇹 🇺🇸 🇯🇵 🇧🇷  
                         학교     학년     반  
                         번    이름 :

모세관 현상으로 피어나는 요소의 결정  
 을 이용하여 아름다운 결정나무를 만들  
 어 봅시다.

# 요소결정나무

### 실험키트구성 ....

요소, 투명컵, 본드용액, 나무스틱, 나무도안,  
 일회용스포이트, 3구획패트리디쉬, 계량컵

### 준비물 ....

따뜻한 물, 수성사인펜(또는 물감)

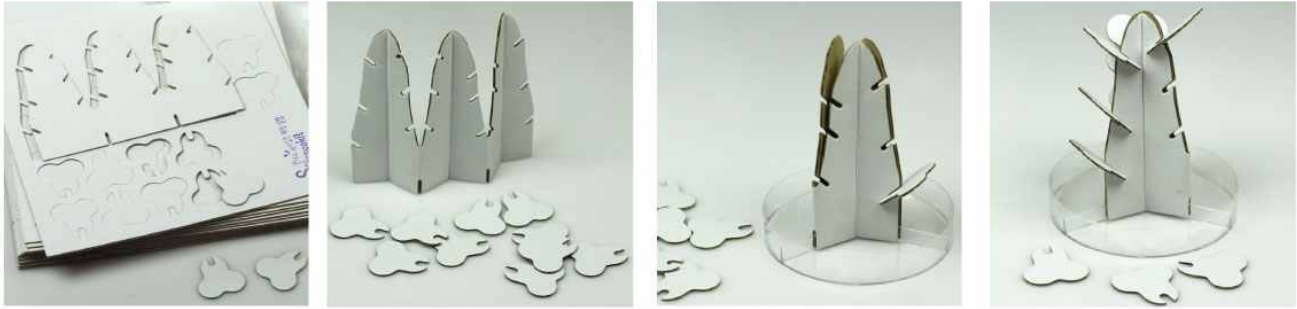
### 생각해보기 ....

진한 소금용액을 뚜껑 없는 용기에 오래 놓아두면 어떻게 될까요?

### 실험방법 ....

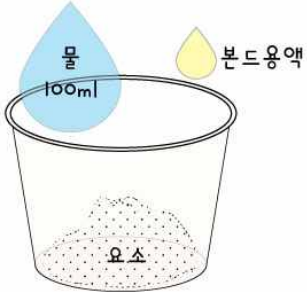
#### [나무 만들기] 👤 개별 활동

1. 나무도안의 나무몸체와 가지들을 조심해서 떼어냅니다.
2. 나무 가지들을 여러가지 색깔의 수성사인펜으로 칠합니다.  
 ▶ 나중에 결정이 생길 때 색깔이 들게 하기 위함입니다. 앞뒷면 모두 칠해주면 좋습니다.
3. 나무 몸체를 그림과 같이 접어 줍니다.  
 ▶ 도안의 흰 부분이 밖으로 나오게 합니다.
4. 나무 몸체를 3구획 패트리디쉬에 잘 끼운 후 나무 가지들을 홈에 꽂아 나무를 잘 고정시키고 나무 모형을 완성합니다.  
 ▶ 나무 몸체는 3구획 패트리디쉬에 잘 맞춰지며 고정이 잘 되어 실험하기에 편리합니다.  
 ▶ 나무 가지들은 원하는 만큼 꽂으세요.



#### [용액 만들기] 👤 조별 활동

5. 요소가 들어있는 투명컵에 따뜻한 물(50 ~ 60℃) 100ml를  
 계량하여 넣은 후 나무스틱으로 잘 저어 최대한 녹입니다.
6. 요소 용액에 본드용액을 적당량 (2~3ml정도)넣고 잘 섞습니다.



## [결정 만들기] 개별 활동

7. 나무가 세워진 3구획 패트리디쉬에 요소 용액을 넣습니다.

▶ 패트리디쉬 높이의 반 정도 차도록(20~25ml) 넣으면 적당합니다.

8. 스포이트로 용액을 나무 모형 위에 골고루 부어 모형이 젖도록 합니다.

▶ 모형이 모두 젖을 때까지 반복하세요.

9. 시간이 지나면서 나무에 서서히 생기는 결정을 잘 관찰합니다.



## 실험시 주의사항 ....

1. 날씨가 건조할수록 빠르게 잘 만들어집니다.
2. 미세한 결정들이 생기므로 흔들림이 심한 곳에서는 잘 안만들어지며, 만들어진 후에도 충격을 주면 부서집니다. 조심하세요.

## 확인학습 ....

1. 패트리디쉬 바닥에 부어놓은 요소 용액은 어떻게 되었습니까?

2. 요소 용액을 계속 빨아올려 모형물 표면의 아름다운 결정이 점점 커지는데, 이렇게 미세한 틈을 통해 용액이 빨려 올라가는 현상을 무엇이라 합니까?

## 원리학습 ....

나무 모형에 묻은 요소 용액은 시간이 지나면서 증발합니다.

종이의 섬유소를 따라 모세관 현상에 의해 요소와 본드, 세제 혼합용액은 나무 모형을 타고 올라갑니다.

나무의 끝에서 요소 용액 속의 물이 증발하여 녹아 있던 요소가 결정으로 나오게 되는데 반복되는 과정으로 요소 용액을 빨아올리게 됩니다.

**모세관 현상**이란 가는 관을 통해 용액이 올라오는 현상을 말합니다.

가는 빨대를 물에 넣었을 때 빨대 위로 물이 올라오는 것을 본 적이 있나요? 그것 역시 모세관 현상입니다.

모세관 현상에 의해 올라온 용액은 요소 결정 끝에서 다시 증발하여 요소 결정이 점점 자랍니다.

요소 용액을 끊임없이 부어준다면 결정이 점점 커져 풍성한 결정꽃을 확인할 수 있겠지요.

요소만 넣은 용액만으로도 결정을 만들 수는 있지만 본드를 넣어 요소가 잘 달라붙을 수 있고, 세제를 넣어 표면 장력을 낮춰주면 결정이 더 잘 자랄 수 있습니다.

## 느낀점 ....

## ■ 교사용 실험 자료 ■

실험 제목	요소 결정 나무		실험 원리	모세관 현상과 재결정 현상 관찰	
실험 시간	40분+1일	실험 분야	화학	실험 방법	4인 1조, 조별 실험
세트구성물	요소, 투명컵, 본드용액, 나무스틱, 나무도안, 일회용스포이트, 3구획 패트리디쉬, 계량컵				
교사준비물	따뜻한 물(60~50℃)		학생준비물	수성사인펜 또는 수채화물감	
실험 결과	2~3시간 이후부터 결정이 나타나기 시작하며, 길게는 하루가 지나면 요소결정나무를 관찰할 수 있으며 가져갈 수 있습니다.				
실험팁	<p>TIP 1. 요소는 과량으로 제공됩니다. 녹지 않은 요소는 무시하시고 위의 투명한 용액만 사용합니다.</p> <p>TIP 2. 나무의 면에 여러 색의 수성사인펜(또는 수채화물감)을 칠해두면 결정이 생기면서 아름다운 색깔을 관찰할 수 있습니다.</p> <p>TIP 3. 겨울철에는 건조하므로 2~3시간부터 결정이 보이기 시작하며, 6~7시간 정도면 결정화가 끝나지만 여름철에는 습하여 시간이 더 오래 걸립니다. 이점 감안하세요.</p>				

### 생각해보기 ....

진한 소금용액을 뚜껑없는 용기에 오래 놓아두면 어떻게 될까요?  
 물만 증발되고 소금은 하얗게 결정을 내어 용기에 남아있습니다.

### 확인학습 ....

- 패트리디쉬 바닥에 부어놓은 요소 용액은 어떻게 되었습니까?  
 패트리디쉬에 있던 요소 용액은 나무 모형을 타고 올라가 끝에서 물만 증발되고 요소는 결정으로 남습니다.
- 요소 용액을 계속 빨아올려 모형물 표면의 아름다운 결정이 점점 커지는데, 이렇게 미세한 틈을 통해 용액이 빨려 올라가는 편상을 무엇이라 합니까?

### 모세관 현상

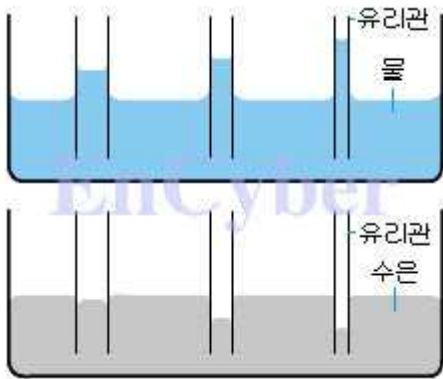
### 요소 [ 尿素 , urea ]

탄산의 디아미드에 해당하는 물질.

카르바미드(carbamide)라고도 한다. 화학식 CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>. 무색·무취의 주상결정이며, 분자량 60.047, 녹는점 132.7℃ (1 atm), 비중 1.335이다. 물과 알코올에는 잘 녹으나, 에테르에는 녹지 않는다. 1773년 프랑스의 화학자 M.루엘이 오줌에서 분리하였고, 1828년 독일의 F.뵐러가 시안산암모늄으로부터 합성하였다. 이것은 유기물을 생체 밖에서 합성한 최초의 예로 알려져 있다. 동물계에 널리 존재하며, 척추동물의 혈액과 체액을 비롯하여 포유류의 오줌에도 다량 존재한다. 선충류(線蟲類)·갑각류·연체동물에서도 볼 수 있고, 버섯과 곰팡이류 등의 식물에도 약간 존재한다. 상어나 가오리 등 연골어류의 근육 속에도 다량의 요소가 함유되어 있다. 150~170℃로 가열하면 뷰렛이 생기고, 알칼리성에서 황산구리를 가하면 보라색을 띠어 뷰렛반응을 보인다. 흡습성이 강하다. 우레아제의 작용으로 이산화탄소와 암모니아를 생성한다. 공업적으로는 암모니아와 이산화탄소를 가압·가열하여 반응시켜서 카르바미드암모늄을 만들고, 이것을 탈수 분해하여 얻는다.

사람, 기타 포유류나 양서류의 성체(成體), 연골어류에서 요소는 단백질의 최종 분해물 중 대부분을 차지한다. 생체 내에서의 요소 형성은 단백질이 아미노산으로 분해되고, 다시 암모니아를 거쳐 오르니틴회로에 의해서 이루어진다. 이렇게 해서 생긴 요소는 그 이상 이용되지 않고 오줌으로 배출된다. 요소를 배출하는 동물에는 이 경로에 필요한 효소가 모두 갖추어져 있는데, 이 중에서 하나라도 결여되어 있는 것은 요산(조류) 또는 암모니아(경골어류)를 배출한다. 요소는 세포의 안팎을 쉽게 이동할 수 있으며, 신장을 통해서 오줌 속으로 배출된다. 신기능부전(腎機能不全)일 때는 혈중 농도가 높아진다. 용도로는 비료나 요소수지의 원료로서 특히 중요하며, 이 밖에 이뇨제나 최면제의 원료를 비롯하여 분석용 시약, 유기화합물의 분리 등에 사용된다.

모세관현상 [ 毛細管現象 , capillary phenomenon ]



액체 속에 모세관을 넣었을 때, 관내의 액면이 외부의 자유표면보다 높거나 낮아지는 현상.

모세관현상이라고도 한다. 액체의 응집력과 관과 액체 사이의 부착력의 차에 따라 액면은 오목(凹)하거나 볼록(凸)해진다. 오목해진 것은 부착력이 더 강한 경우이고, 볼록해지는 것은 응집력이 강하기 때문이며, 어느 경우에도 안팎의 액면의 높이  $h = \frac{2T \cos \theta}{r\rho g}$  될 때 중력과 평형을 이룬다( $T$ 는 표면장력,  $\theta$ 는 접촉각,  $r$ 는 관의 안지름,  $\rho$ 는 액체의 밀도,  $g$ 는 중력가속도). 이 관계는 액면의 상승 또는 하강의 접촉각의 실측값으로부터 표면장력을 구하는 데 이용된다. 모세관현상에 의해 만곡된 표면을 메니스커스라 하는데, 이 표면이 오목하면 관 안의 액면이 높아지고(물인 경우), 표면이 볼록하면 관 안의 액면은 낮아진다(수은인 경우). 이러한 현상은 자주 볼 수 있는 자연현상의 하나로

서, 흡수지나 천에 물이 저절로 스며드는 까닭도 흡수지나 천의 섬유가 모세관 구실을 하여 물을 빨아올리기 때문이다. 식물의 뿌리에서 흡수된 수분이나 양분이 식물체 전체에 퍼지는 것도 역시 이 현상에 의한다.