




**[화학정원 만들기]  개별 활동**

1. 투명한 병에 계량컵을 이용하여 물유리 20 mL를 넣습니다.



2. 물유리가 넣은 투명한 병에 따뜻한 물을 부은 후 흔들어 녹입니다.

✓ [물유리 : 따뜻한 물] 의 비율은 [1:4] 입니다.



3. 용액이 든 병 속에 깨끗이 씻은 흰 자갈을 한 손가락 넣어 바닥에 골고루 깔리도록 합니다.

4. 나무스틱을 이용하여 금속염들을 각각 조금씩 떨어뜨린 후 자라나는 모습을 관찰해봅시다.



5. 자라나는 금속염 나무의 색깔과 모양은 각각 어떤지 관찰한 내용을 적어봅시다.

	관찰한 내용 (색깔, 모양 등)
염화구리	
염화코발트	
황산아연	
염화구리	
염화철	

**실험시 주의사항 ....**

1. 염은 조금씩 넣습니다. 많은 염을 한 번에 떨어뜨리면 지지분해됩니다.
2. 시약이 가벼워 용액 속에 가라앉지 않을 경우, 막대 끝으로 눌러줍니다.

## 확인학습 ....

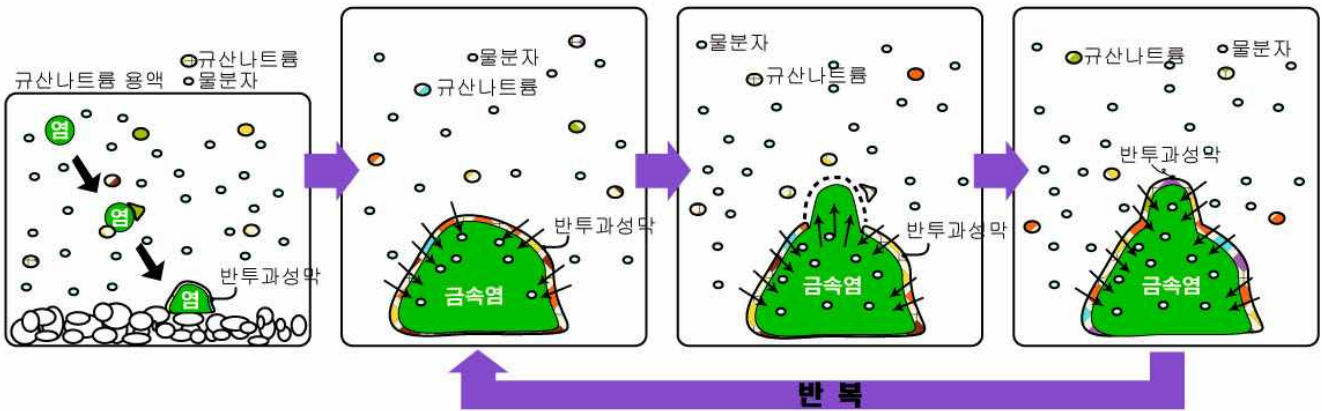
1. 금속염이 자라는 것은 어떤 현상 때문입니까?

2. 이러한 현상이 나타나는 경우를 주변에서 찾아봅시다.

## 원리학습 ....

마치 나무가 자라듯 금속염이 위로위로 자라 올라가는 신기한 현상을 관찰하였습니까?

이 현상은 다음과 같은 순서로 일어나게 됩니다.



1. 물유리 수용액과 금속염이 반응하여 금속염 표면에 불용성의 규산염이 만들어집니다.
2. 이것이 반투과성막을 만들면, 용액 속의 물이 농도가 높은 반투과성막 안으로 이동하게 됩니다.
3. 반투과성막은 점점 부풀어 막이 압력이 약한 위쪽으로 터집니다.
4. 금속염이 흘러나와 물유리와 반응하면 다시 반투과성막을 만들면서 커지게 됩니다.
5. 이 과정을 반복하여 마치 나무가 자라는 것처럼 보이게 되는 것입니다.

이런 삼투압현상은 우리 주변 곳곳에서 관찰할 수 있습니다. 생물체 표면의 막은 대부분 반투과성막이기 때문이지요. 수영장이나 목욕탕에 오래 있으면 피부가 붙어 울퉁불퉁해지는 현상(물이 피부 안으로 이동), 배추에 소금을 뿌려두면 배추가 숨이 죽는 현상(물이 배추 밖으로 이동), 식물의 뿌리에서 물을 흡수하는 현상(물이 식물 안으로 이동)도 삼투압현상입니다.

## 느낀점 ....

## ■ 교사용 실험 자료실 ■

<b>실험 제목</b>	<b>화학 정원</b>		<b>실험 원리</b>	삼투압 현상의 이해	
<b>실험 시간</b>	40분	<b>실험 분야</b>	화학	<b>실험 방법</b>	4인 1조 , 개별실험
<b>세트구성물</b>	물유리(=규산나트륨, Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> ),투명한 병, 큰 계량컵(물유리용), 흰자갈, 숟가락, 종이컵 염화구리(CuCl <sub>2</sub> ), 염화코발트(CoCl <sub>2</sub> ), 황산아연(ZnSO <sub>4</sub> ), 염화철(FeCl <sub>3</sub> ), 질산니켈(Ni(NO) <sub>2</sub> ), 나무스틱				
<b>교사준비물</b>	더운물(약 30~40℃), 흰자갈을 씻을 도구(컵 등)와 물		<b>학생준비물</b>	필기도구	
<b>실험 결과</b>	화학 정원이 만들어진 투명한 병 1개를 가져갈 수 있습니다.				
<b>실험팁</b>	<p><b>TIP 1.</b> 너무 많은 염을 한번에 떨어뜨리면 지지분해 지므로 학생들에게 조금씩 관찰하면서 떨어뜨리도록 지도하여 주세요. 금속염은 1인당 0.5g정도(나무스틱 끝으로 약 2~3회정도) 제공됩니다.</p> <p><b>TIP 2.</b> 큰 수조에 조원들이 같이 만들어도 아름다운 작품이 됩니다. [단체실험 응용가능]</p> <p><b>TIP 3.</b> 점성이 낮은 물유리를 사용하여 따르기가 편리합니다. 겨울철에는 실내온도가 낮아 물유리의 점성이 강할 수 있습니다. 이럴 경우는 뜨거운 물에 병을 담갔다가 따르면 편리합니다.</p> <p><b>TIP 4.</b> 흰자갈은 학생 1인당 1숟가락정도(바닥에 한 겹 깔릴 정도) 필요합니다. 물에 한번 헹구어 사용합니다.</p> <p><b>TIP 5.</b> 시약이 가벼워 용액 속에 가라앉지 않으면 나무스틱의 끝으로 눌러 줍니다.</p> <p><b>TIP 6.</b> 염이 알맞게 자라면 물유리 용액을 스포이트로 다 제거한 후 물을 부어 보관하면 좋습니다. 그대로 두면 계속 자라나 보기 흉하게 됩니다.</p>				

### 생각해보기 ....

배추에 소금을 뿌려 두면 어떻게 되나요?

배추에서 물이 빠져 나와 배추가 절여집니다. 이것은 삼투압현상의 예로 배추의 세포막은 반투막이며 반투막은 소금을 통과시키지 못하고 물만 통과시킵니다. 배추에 소금을 뿌리면 배추의 막 바깥쪽은 농도가 진해지고 안쪽은 상대적으로 농도가 약해져 농도를 맞추기 위해 배추 속의 물이 빠져나오는 것입니다.

### 확인학습 .....

1. 금속염이 자라는 것은 무슨 현상 때문인가요?

삼투압현상 때문. 내용은 원리학습 참조

2. 이러한 현상이 나타나는 경우를 주변에서 찾아봅시다.

농도가 진한 식물의 뿌리로 농도가 흐린 흙의 물이 이동하는 경우

식물의 공변세포가 광합성 후 양분의 농도 증가로 팽압이 증가해 휘면서 기공을 여는 현상

### [chemical garden - 화학정원 ]

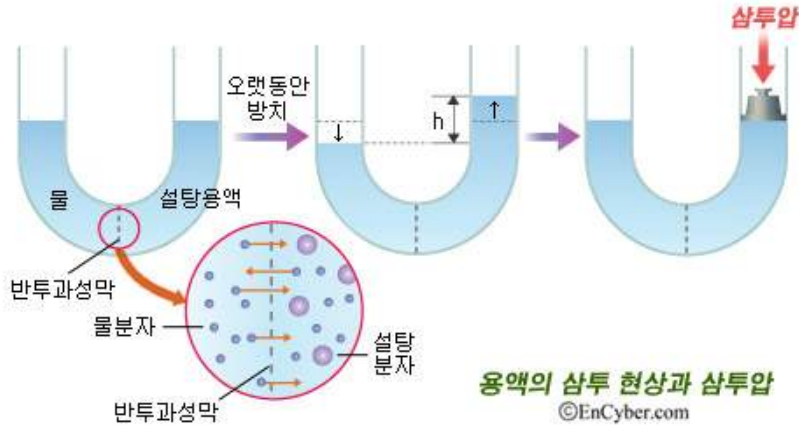
물로 희석한 물유리의 용액에 유색의 중금속염의 결정을 넣으면 금속 이온과 규산 이온이 결합하여 결정은 반투막(半透膜)으로 싸인다. 이 반투막을 통하여 내부에 물이 삼투하면 반투막의 내부는 압력이 높아지고 막의 제일 약한 곳이 깨진다. 그리고 내부의 금속이온이 밖으로 나오면 다시 규산 이온과 결합하여 결정은 액면까지 성장하게 된다. 성장한 결정은 색깔도 선명하여 아름다운 꽃밭처럼 된다. 이것을 케미컬 가든 또는 화학화원(化學花園)이라고 한다. 사용하는 금속염은 염화코발트·염화망간·황산니켈·질산크롬·황산아연·황산구리·황산철 등이다.

### [삼투압]

용매는 통과시키나 용질은 통과시키지 않는 반투막을 고정시키고, 그 양쪽에 용액과 순용매를 따로 넣으면, 용매의 일정량이 용액 속으로 침투하여 평형에 이르는데, 이 때 반투막의 양쪽에서 온도가 같지만, 압력에 차이가 생기는 압력차를 말한다. 삼투압 현상은 1867년 독일의 화학자 M.트라우베가 발견하였고, 1877년 페퍼가 처음으로 측정하였다.

페퍼는 페로시안화구리의 침전막을 가진 질그릇 통(筒)을 써서 설탕 수용액의 삼투압을 측정하고, 삼투압이 온도에 비

레한다는 것을 발견하였다. 그 후 1886년 J.H.반트호프(1852~1911)는 삼투압의 원인은 용액 속에 녹아 있는 물질의 분자가 기체분자와 같은 법칙으로 운동하여 반투막에 압력을 미치기 때문이라 생각하고, 이 현상을 이론적으로 설명하였다. 즉, 삼투압을 P 기압, 용질 n mol을 용해하는 용액의 부피를 VL, 용액의 절대온도를 T, 기체상수를 R라 하면, 용액의 농도가 그다지 크지 않은 범위에서  $PV = nRT$  라는 식이 성립된다. 이 식은 이상기체의 상태방정식과 같은형이며, 이 유사성으로부터 반트호프가 이끌어낸 것이다. 이 식은 전해질인 수용액의 경우는 보정값 i 가 필요하며,  $PV = inRT$ 라는 식이 적용된다. i 는 1보다 큰 상수이며, 그 값은 물질의 종류와 농도에 따라 변한다.



삼투압을 측정함으로써 용질의 분자량을 정하거나, 분자량을 아는 물질의 용액 속에서의 해리도를 구할 수가 있다. 특히 고분자 물질의 분자량을 결정하는 데는 삼투압을 이용하는 일이 많다. 생물의 원형질막은 일종의 반투막이며, 삼투압은 생물현상에서도 중요한 의의를 지니고 있다.

**[반투막]**

소나 돼지의 방광막(膀胱膜), 난각막(卵殼膜)·원형질막·콜로디온막·셀로판막 등이 이에 속하며, 가장 이상적인 반투막은 페로시안화구리의 침전막이라고 한다. 예를 들면, 단백질이나 콜로이드 용액을 셀로판막 또는 콜로디온막으로 싸서 물 속에 매달아 두면, 단백질이나 콜로이드에 함유되어 있는 불순물인 염(鹽) 등은 이 막을 통과하여 물 쪽으로 가지만, 단백질이나 콜로이드는 통과하지 못한다. 이 방법을 투석(透析)이라 하며, 단백질이나 콜로이드의 정제(精製)에 이용된다. 또, 페로시안화구리의 침전막은 수크로오스 수용액의 물은 통과시키지만, 수크로오스 분자는 통과시키지 않는다.

원형질막이 반투막인 것은 세포가 삼투압을 유지하며 물을 흡수하는 것과 관계가 깊다. 이것을 이용하여 삼투압(滲透壓)이 측정되었다. 반투막에 의해서 생기는 이러한 현상은 주로 막에 미세한 구멍이 있기 때문에 일어난다고 생각되고 있을 뿐, 자세한 것은 아직 밝혀지지 않았다. 예를 들면, 고무의 막은 물을 통과시키지 않지만, 물의 분자보다 분자가 큰 벤젠은 통과시키며, 이온교환막은 막의 하전(荷電)과 반대하전의 이온만을 통과시키는 등, 단순히 구멍의 통과성만 가지고는 논할 수가 없다.

**[염]**

산의 음성 성분과 염기의 양성 성분으로 이루어진다. 예를 들면,  $HCl(산)+NaOH(염기) \rightarrow NaCl(염)+H_2O$   $HNO_3(산)+NH_3(염기) \rightarrow NH_4NO_3(염)$  등이 이에 해당한다. 일반적으로 녹는점이 높은 이온결정이 많으며, 물이나 기타 용매에 녹아서 이온으로 해리하는 강한 전해질(電解質)이다. 잘 녹지 않는 것도 녹아 있는 부분은 이온화되어 있다. 중화하는 산의 수소가 완전히 금속이온으로 치환된 염을 정염(正鹽), 산의 수소가 일부 남아 있는 염을 수소염 또는 산성염이라 부른다. 이에 대하여 염기쪽 수산기 또는 산소가 남아 있는 것을 염기성염이라 부른다.

예를 들면 탄산  $H_2CO_3$ 와 수산화나트륨  $NaOH$ 가 반응함으로써 생기는 탄산수소나트륨(중조)  $NaHCO_3(H_2CO_3+NaOH \rightarrow NaHCO_3+H_2O)$ 은 산성염이고, 또한 탄산나트륨  $Na_2CO_3(NaHCO_3+NaOH \rightarrow Na_2CO_3+H_2O)$ 은 정염이다. 또한, 히드록시 황산염  $CuSO_4 \cdot 3Cu(OH)_2$ 나 옥시염비스무트  $BiOCl$  등은 염기성염이다.