


20 년 월 일 요일
 시간 : 장소 : 
 학교 학년 반
 번 이름 :

변해라 요술꽃

지시약의 특징과 종류에 대하여 알아 보고, 이를 이용하여 색이 변하는 요술 꽃을 만들어 봅시다.

- 실험키트구성**
 시트르산 용액, 묽은 수산화나트륨 용액, BTB용액, 페놀프탈레인용액, 일회용 접시, 꽃철사, 한지

- 준비물**
 가위, 자, 유성펜, 연필, 신문지(넓은 종이)

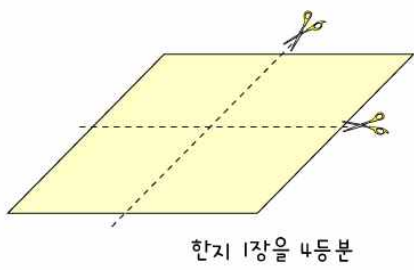
생각해보기

1. 꽃의 색깔은 어떻게 나타나는 것일까요?
2. 지시약이란 무엇일까요?

실험방법

[한지 꽃 만들기] 개별 실험

1. 한지로 꽃을 4송이 만듭니다.
 - ✓ 제시된 방법 외에도 꽃을 만드는 방법은 다양합니다. 4송이가 되도록 준비합니다.
 - ✓ 정사각형 한지 1장 = 꽃 1송이, 1인 = 한지 4장 = 꽃 4송이

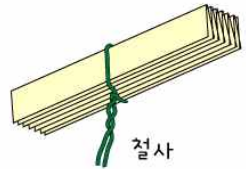


- ① 정사각형 한지 1장을 4등분하여 연필로 표시하고 잘 자릅니다.

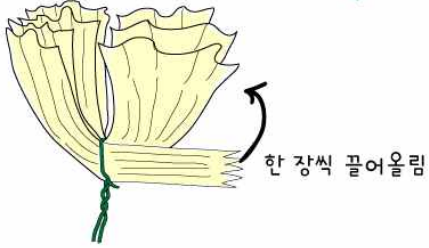
- ② 4등분한 한지를 모두 겹쳐 그림과 같이 1cm 두께의 부채모양으로 접습니다.



- ③ 부채모양으로 접은 한지 중앙에 철사를 반으로 접어 꼬아 고정합니다.



- ④ 고정된 철사 양쪽의 잎을 한 장씩 번갈아가면서 올립니다.



- ⑤ 꽃 모양을 예쁘게 다음어줍니다.

[한지 꽃 만들기] 개별 실험이지만 접시와 각종 용액은 4인 전체가 사용

2. 유성펜으로 접시 1개에는 [시트르산 용액] 또 다른 1개에는 [붉은 수산화나트륨 용액]을 잘 보이도록 씍니다.

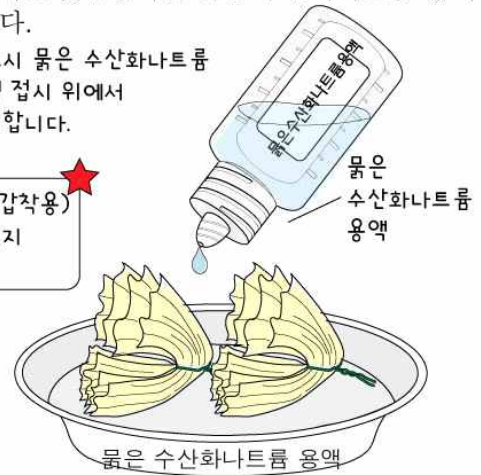
3. 먼저 개인 꽃 2송이를 시트르산 용액에 적십니다.

- ✓ 반드시 시트르산용액 접시 위에서 실시합니다. 용액이 꽃잎 사이로 흘러 내립니다.



4. 남은 개인 꽃 2송이는 붉은 수산화나트륨 용액에 적십니다.

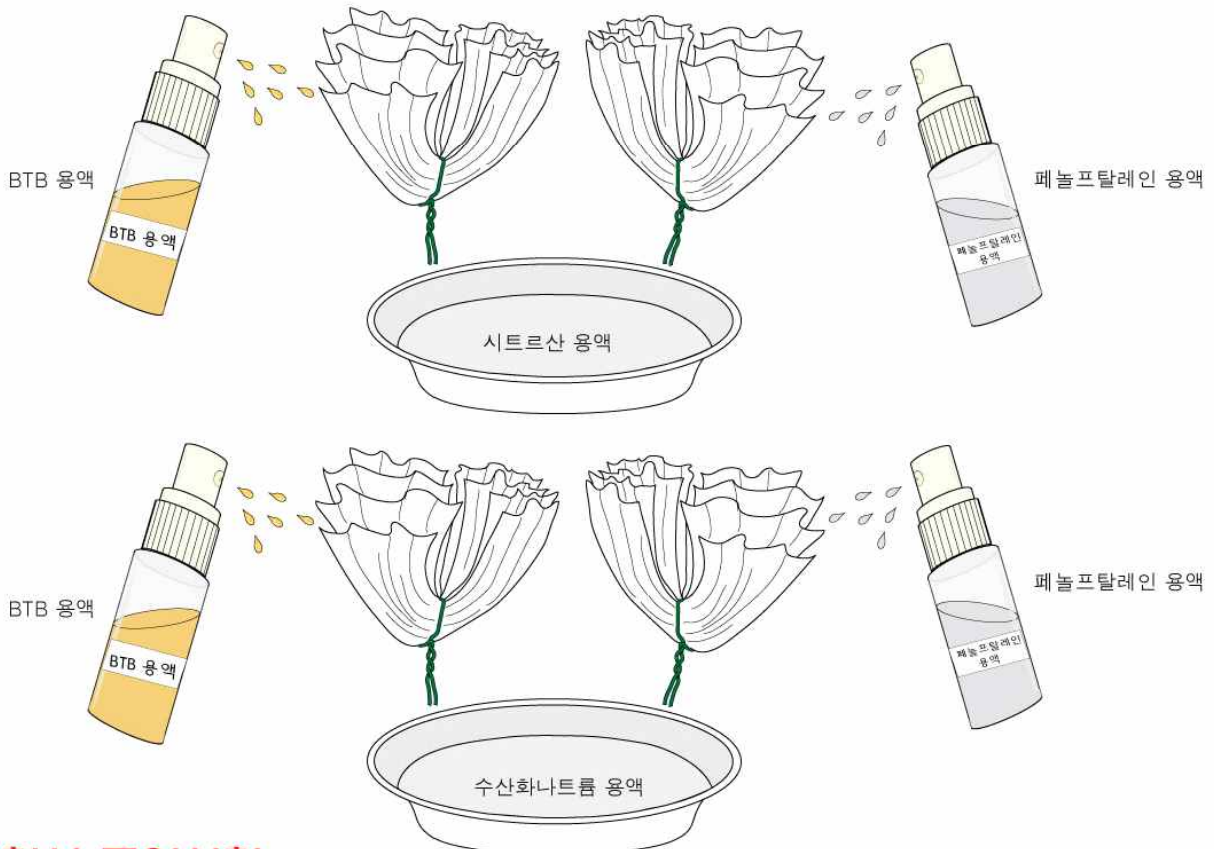
- ✓ 반드시 붉은 수산화나트륨 용액 접시 위에서 실시합니다.



★ 손에 묻지 않도록 주의!!(장갑착용)
두 접시의 용액이 서로 섞이지 않도록 주의하세요.

5. 각 용액에 적신 꽃을 넓은 신문지 위에 서로 닿지 않게 놓고 잠시 말립니다.

6. 적당히 마른 꽃에 그림과 같이 페놀프탈레인 용액과 BTB용액을 뿌리면서 색의 변화를 관찰 하고 색을 그림에 칠해봅시다.



실험시 주의사항

1. [비닐장갑 및 보안경 착용]붉은 수산화나트륨 용액이나 시트르산용액이 옷이나 피부에 닿지 않도록 주의합니다.
2. 한지 크기를 더 작게 하면 작은 꽃을 여러 송이 만들 수 있습니다.
3. 스프레이 용기의 시약을 사람을 향해 분사하는 등의 장난을 하지 않습니다.

확인학습

1. 페놀프탈레인 용액은 산성과 염기성에 어떻게 반응합니까?

2. BTB(브롬티몰블루)용액은 산성과 염기성에서 어떻게 반응합니까?

원리학습

지시약을 처음 발견한 사람은 영국의 과학자 보일입니다. 보일은 어느 날 황산을 얻는 실험을 하다가 옆에 두었던 제비꽃 꽃잎 색깔이 보라색에서 붉은색으로 변한 것을 알게 되었습니다. 이에 보일은 이를 이용하여 지시약을 만들었고 산을 구별하는 데 사용했다고 합니다.

보일이 사용하였던 지시약은 산염기 지시약으로 이 지시약은 일정한 산도(pH)를 기준으로 색이 변하여 어떠한 용액이 산성인지 염기성인지를 구별하는 데 사용됩니다.

오늘 실험에 사용한 지시약은 모두 산염기 지시약으로 이 중 페놀프탈레인은 산성, 중성 용액에서는 무색이고 염기성 용액에서는 붉은색을 나타냅니다. 그래서 페놀프탈레인은 용액이 염기성인지 아닌지를 판단하는 데 사용하고 있습니다. 그리고 BTB(브롬티몰블루)용액은 산성 용액에서는 노란색, 중성 용액에서는 초록색, 염기성 용액에서는 파란색을 나타내어 용액이 산성인지, 중성인지, 염기성인지를 판단하는 데 사용합니다.

이 외에도 산염기 지시약은 메틸렌블루, 메틸오렌지, 리트머스 등 그 종류가 다양합니다.

지시약	pH											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
티몰블루	붉은색	[색상 그래프]		노란색				노란색	[색상 그래프]		푸른색	
메틸오렌지	[색상 그래프]			붉은색	[색상 그래프]		등황색					
메틸레드	[색상 그래프]			붉은색	[색상 그래프]		노란색					
브롬티몰블루	[색상 그래프]					노란색	[색상 그래프]		푸른색			
페놀레드	[색상 그래프]						노란색	[색상 그래프]		붉은색		
페놀프탈레인	[색상 그래프]								무색	[색상 그래프]		붉은색
만능지시약	붉은색	[색상 그래프]										푸른색

느낀점

■ 교사용 실험 자료실 ■

실험 제목	변해라 요술꽃		실험 원리	산성과 염기성의 이해와 관찰	
실험 시간	40분	실험 분야	화학	실험 방법	4인1조 , 조별실험
세트구성물	꽃철사, 한지, 시트르산 용액, 페놀프탈레인 용액, BTB용액, 묽은 수산화나트륨 용액, 일회용 접시				
교사준비물	물(증류수 또는 정수기물)		학생준비물	가위, 자, 연필, 유성펜, 신문지(넓은종이)	
실험 결과	학생 당 4송이 꽃을 가지고 갑니다.				
실험 팁	<p>[보안경 및 비닐장갑] 을 끼고 실험하세요.</p> <p>시트르산용액 제조법 :</p> <p>시트르산이 든 병에 증류수(정수기물 가능, 생수 안됨) 50ml를 넣고 잘 녹입니다. (tip: 차가운 물은 시간이 오래 걸립니다. 따뜻한 물로 만든 뒤, 식혀서 사용하세요.) 만든 후 빠른 시간 내에(2~3일 이내) 사용하는 것이 좋습니다.</p> <p>TIP 1. 수산화나트륨용액이 피부에 닿지 않도록 주의지도하세요.(물로 즉시 씻어낼 것)</p> <p>TIP 2. 스프레이 용기의 시약을 눈이나 피부, 친구를 향해 분사하지 않도록 지도하세요.</p> <p>TIP 3. 한지 꽃은 자유롭게 만들어도 됩니다.</p> <p>TIP 4. 한지 꽃에 여러 가지 용액(주스, 사이다 등 우리 주위의 음료)을 묻혀 실험하여도 재미있는 실험이 됩니다.</p> <p>TIP 5. 한지에 물을 묻힌 후 스프레이 해주면 페놀프탈레인은 무색, BTB는 초록색으로 변합니다.</p> <p>TIP 6. 완성된 꽃은 서로 닿지 않게 말려야 합니다. 닿으면 액성이 달라 색이 변할 수 있습니다.</p>				

생각해보기

1. 꽃의 색깔은 어떻게 나타나는 것일까요?

꽃을 이루는 세포 속에 녹색을 띠는 엽록소, 붉은색과 파란색을 나타내는 안토시아닌, 노란색이나 주황색을 띠는 카로티노이드 등의 색소가 들어있습니다. 이 색소들이 얼마만큼의 비율로 들어있는가에 따라 꽃의 색깔이 결정됩니다. 흰 꽃은 색소가 부족하기 때문입니다.

2. 지시약이란 무엇일까요?

용액의 성질을 색으로 나타내주는 화학물질

확인학습

1. 페놀프탈레인 용액은 산성과 염기성에 어떻게 반응하나요?

산성, 중성에서 무색, 염기성 용액에서 진분홍.

2. BTB(브롬티몰블루) 용액은 산성과 염기성에 어떻게 반응하나요?

산성 물질에서 노랑, 중성에서 초록, 염기성에서 파랑.

산 [酸, acid]

일반적으로 수용액 중에서 해리하여 수소이온을 생성하고 염기(鹽基)와 중화하여 염(鹽)을 만드는 물질.

예를 들면 염화수소 HCl을 물에 녹이면 해리하여 히드로늄이온(수소이온이 수용액 속에서 물분자를 첨가한 것)을 생성하고 산이 되는 것을 뜻한다. $HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$ 산이라는 뜻의 영어 acid는 라틴어의 '시다'는 뜻의 acidus에서 유래하는 것같이, 히드로늄이온 H_3O^+ 때문에 일반적으로 수용액에서의 산은 신맛을 가지며, 청색 리트머스종이를 적색으로 변하게 하는 등 산성을 나타낸다.

염화수소의 수용액인 염산이나 질산 HNO_3 ·황산 H_2SO_4 등과 같이 수용액 속에서는 거의 완전하게 이온화되어 있는 산, 즉 수소이온을 내기 쉬운 산을 강한 산[強酸], 아세트산 CH_3COOH ·붕산 H_3BO_3 등과 같이 수용액 속에서 조금밖에 이온화하지 않는 산을 약한 산[弱酸]이라고 한다. 또, 산 1분자 속에 함유되는 이온화할 수 있는 수소원자수를 염기도(鹽基度)라고 하며, 예를 들면 염산·아세트산 등은 염기도 1, 황산·탄산 등은 염기도 2인데, 이것들을 1염기산·2염기산이라고 한다.

또한 이러한 일반적인 개념에 대해 용매를 물에 한정시키지 않고 더 확장하여 모든 용매계에 적용할 수 있는 개념도 제출되었다. 즉, 1916년에 길버트 루이스(Gilbert Lewis)는 전자쌍 받개[電子雙受容體] 및 전자쌍 주개[電子雙供與體]를 각각 산 및 염기라고 하였으며, 또한 1923년에 요하네스 브뢴스테드(Johannes Brønsted)와 T.M.로리는 수소이온에 기초를 두고 산과 염기를 정의하였는데 이에 따르면 산 $-H^+$ + 염기라는 관계가 된다.

알칼리 [alkali]

보통 수산화물 MOH의 형식을 취하며 산을 중화시키는 화합물로서 물에 녹는 물질.

옛날 아라비아인들은 식물의 재(주성분이 육상식물에서는 탄산칼륨, 해산식물에서는 탄산나트륨)를 알칼리라고 했는데, 알(al)은 물질, 칼리(kali)는 재라는 뜻이다. 이것이 그 후 일반화되어 재로부터 추출된 물질과 비슷한 성질, 즉 강한 염기성을 나타내는 물질을 모두 알칼리라고 부르게 되었다. 현재는 주로 알칼리금속 및 알칼리토금속의 수산화물로, 물에 녹는 것을 알칼리라고 한다. 넓은 뜻에서는 이것들 외에도 나트륨이나 칼륨의 탄산염·인산염·암모니아·아민 등을 포함시킨다.

일반적으로 물에 녹아 알칼리성을 나타낸다. 즉 잿물과 비슷한 맛이 있고, 비눗물과 같이 유지류를 세척하는 작용이 있으며, 적색 리트머스 시험지를 청색으로 변화시킨다. 또 수소이온농도(pH)는 7 이상이고 산을 중화시킨다. 수산화나트륨 NaOH, 수산화칼륨 KOH, 세탁나트륨 $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ 등은 대표적인 예이다. 인체의 혈액은 중성에 가까운 약 알칼리성을 나타내며, 실측에 의하면 pH 7.4 전후의 값을 가진다. 이 산염기평형이 깨어지고 산성으로 기울어지면 산증(酸症:acidosis), 알칼리성으로 기울어지면 알칼리증(alkalosis)이라고 한다. 또 식품에도 알칼리성 식품이나 산성 식품이 있고, 영양학적으로 보면 양자를 적당히 조합시킨 것을 섭취하여 체액의 산염기평형을 유지하는 것이 바람직하다.

지시약 [指示藥, indicator]

화학반응에 있어서 일정한 상태를 판별하는 데 사용되는 시약.

일반적으로 적정(滴定)의 당량점(當量點)을 판별하거나 수소이온농도를 알기 위해서 사용된다. 변화가 급격히 일어나는 것에 의해서 당량점 또는 적정의 지시를 육안으로 직접 관찰할 수 있는 정색지시약(색의 변화)·형광지시약(형광의 변화)·화학발광 지시약(발광의 생성)·혼탁지시약(혼탁의 생성)·침전지시약(침전의 생성) 등이 있고, 이 밖에 물리화학적 성질의 변화에서 중점을 지시하는 전류지시약이나 표면활성지시약도 있다. 이러한 것 중에서 가장 널리 사용되는 것은 정색지시약인데, 이것에는 중점이 되면 무색에서 유색으로, 또는 유색에서 무색으로 변하는 1색지시약과, 중점이 되면 어떤 색에서 다른 색으로 변하는 2색지시약이 있다.

지시약을 지시하는 반응메커니즘에 따라 분류하면 다음과 같다.

① 산염기 지시약:수소이온농도의 변화에 따라 색이 변한다. 가장 널리 사용되는 것으로서 중화지시약·수소이온지시약·pH지시약이라고도 한다. 이 종류의 지시약은 그 자체가 약한산 또는 약한염기이며, 이온이 되었을때의 색이 해리(解離)되지 않았을 때와 다르므로, 색이 용액 속에서 수소이온농도의 변화에 선명하게 대응한다. 거의 일정한 영역에서 변화하는데, 그때의 pH보다 낮은 값에서 변하는 색을 산성색, 높은 값에서 변하는 색을 염기성색 또는 알칼리성색이라고 한다. 또, 산과 염기로 나누어서 산성지시약(페놀프탈레인·티몰블루 등)·염기성지시약(메틸오렌지·메틸레드 등)이라고도 한다. 산염기 지시약은 덴마크의 S.P.L.쇠렌센에 의해서 처음으로 조직적인 연구가 이루어졌기 때문에 그의 이름을 따서 쇠렌센지시약이라고 불리는 것도 있다. 구조상으로는 프탈레인계·술폰프탈레인계·벤조인계·아조계·트리페닐메탄계·니트로계 등이 있으며, 모두 변색이 신속하고 가역적(可逆的)이다. 주로 중화적정 및 pH 측정에 사용된다.

② 산화환원지시약:산화형과 환원형의 색이 현저하게 다르고, 일정한 산화환원 전위에서 산화 또는 환원이 신속하게 이루어져서 변색하도록 되어 있다. 주로 산화환원적정에 사용된다. 보통 발색이 불안정하고, 비가역적이다.

③ 금속지시약:금속이온과 반응하여 착색·변색 또는 흐림이 생기며, 주로 킬레이트적정에서 사용된다. 예를 들면, 철(III)로서 사용되는 티론·살리실산·술폰살리실산 등과 같이 발색을 하는 것이나, 칼슘이온에 대한 옥살산과 같이 금속이온과 반응하여 흐림이나 레이크를 생성하는 것이 있다. 가장 많이 사용되는 것은 금속색소 지시약으로, 금속이온과 착염(錯鹽)을 만들어 변색하는 유기색소이다. 이것은 일반적으로 변색이 예민하여 산염기 지시약으로도 작용한다. 대표적인 것에는 무렉시드·엘리오크롬블랙 T·프탈레인 콤플렉스 등이 있다.

④ 흡착지시약:침전에 흡착될 때 변색되며, 침전적정에 사용된다. 예를 들면, 에오신을 지시약으로 하여 브롬이온을 질산으로 적정하면, 종점에서는 브롬화은의 침전이 적색으로 된다(보통 브롬화은은 담황색이다). 이것은, 반응의 당량점 이전에서는 생성하는 브롬화은 입자의 표면에 음이온인 브롬이온이 흡착되어 있기 때문에 에오신의 음이온은 흡착되기 어려우나, 당량점이 지나면 반대로 양이온인 은이온이 흡착되고, 여기에 에오신의 음이온이 흡착되어 구조가 일그러짐으로써 변색하는 것으로 생각된다. 흡착지시약에는 이 밖에 디클로로플루오로세인·디브로모플루오로세인을 비롯하여 많은 것이 알려져 있다.

지시약은 보통 한 종류의 것을 사용하나 두 가지 이상을 섞어서 사용하는 경우도 있다. 이런 경우를 배합지시약이라고 한다. 배합지시약에는 혼합지시약·차폐지시약·만능지시약 등이 있다(혼합지시약과 차폐지시약을 합하여 색지움지시약이라고 하고, 또 차폐지시약을 혼합지시약이라고도 한다). 혼합지시약의 예로는 메틸레드(적색 pH 4.4~6.2 황색)와 브롬크레졸그린(황색 pH 3.8~5.4 청색)을 1대1의 비율로 혼합한 것이 있는데, pH 5.4에서 회색이 되고, 그보다 산성 쪽에서는 적색, 염기성 쪽에서는 녹색이 된다. 또, 만능지시약은 더욱 세밀하게 조합한 것으로, 예를 들면 티몰블루·브롬페놀블루·브롬크레졸그린·브롬크레졸퍼플 적당량을 혼합한 경우에는 pH 1.0~pH 7.0 사이에서 1pH 단위마다 적색·오렌지색·황색·녹색·남색 등으로 색이 변한다.