

20    년    월    일    요일

시간 :      장소 :      🌞🌧️🌬️🌊🌋🌪️

                학교      학년      반

번   이름 :

# 리트머스 종이 만들기

## 실험키트구성 ....

리트머스, 거름종이, 시트르산, 묽은수산화나트륨용액, 플라스틱비커, 미니포켓전개도, 양면테이프, 나무스틱, 플라스틱 접시, 계량컵

## 준비물 ....

신문지, 따뜻한 물, 드라이어, 핀셋 또는 나무젓가락, 색연필, 가위, 자

## 생각해보기 ....

리트머스 종이를 물들인 색소는 무엇인지 알고 있습니까?

## 실험방법 ....

[리트머스 용액(지시약) 만들기] 🧪 조별 활동

1. 플라스틱 비커에 따뜻한 물 40 mL와 리트머스 1포를 넣고 나무스틱으로 젓습니다.

✔리트머스를 녹인다기 보다는 우려내는 것으로, 최대한 색소를 녹여냅니다.

✔따뜻한 물은 약 70~90 °C 정도입니다.

2. 1분 정도 가만히 두어 녹지 않은 물질을 가라앉게 합니다.

✔리트머스의 침전물을 그냥 사용하면 리트머스 종이 가 지저분하게 됩니다.

가라앉힌 후 윗물만 사용해야 깔끔한 완성품을 만들 수 있습니다.



플라스틱 비커

3. 시트르산이 들어있는 투명병에 물 10ml를 넣은 다음 뚜껑을 막고 흔들어 녹입니다.

3. 시트르산용액과 묽은수산화나트륨이 들어있는 투명병에 각각 리트머스 용액 10ml 을 넣습니다.

✔각 용액의 색은 어떻게 변했습니까? 그림의 병에 각각 색칠하여봅시다.

리트머스용액 10mL

리트머스용액 10mL



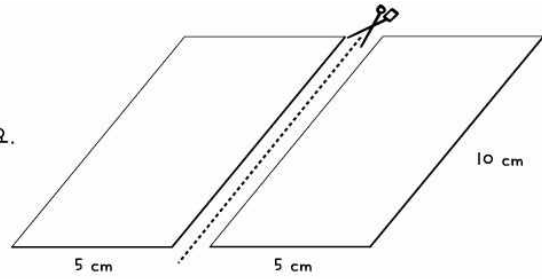
4. 색이 어떻게 변하였는지 관찰하고 위의 그림에 색칠하고 정리하여봅시다.

리트머스 색소는 산성에서  색으로, 염기성에서  색으로 변하는 특징이 있습니다.

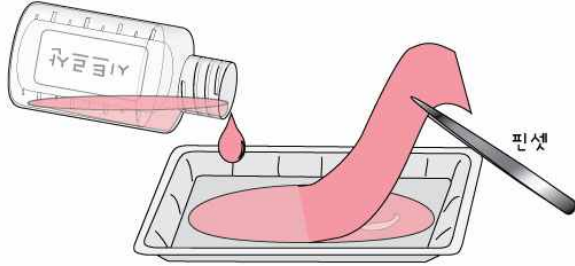
[리트머스 종이 만들기]  개별 활동

1. 거름종이 하나를 반으로 자릅니다.

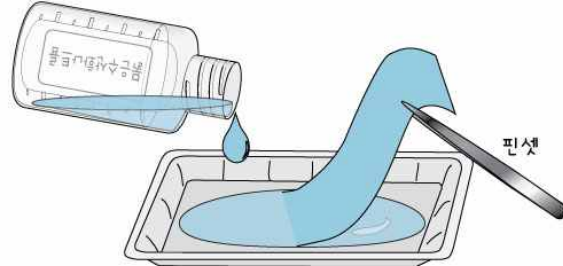
- ✓ 거름종이 두 조각에 유성볼펜으로 본인의 표시를 작게 해 두세요.
- ✓ 한 조각은 붉은 용액에, 한 조각은 푸른 용액에 담그게 됩니다.



2. 만들어둔 붉은색 리트머스용액과 푸른색 리트머스 용액에 거름종이 한 조각씩 담갔다 꺼냅니다.



붉은 리트머스 용액



푸른 리트머스 용액

3. 용액에서 꺼낸 리트머스 종이는 신문지 사이에 겹치지 않도록 끼운 다음 잘 눌러 물기를 뺍니다.

- ✓ 붉은색 리트머스 종이와 푸른색 리트머스 종이를 다루는 동안 두 종이가 서로 닿거나 가까이 하지 않도록 주의하세요.

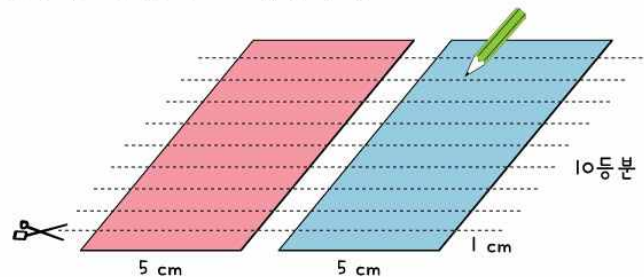
4. 물기가 빠진 리트머스 종이를 잘 말립니다.

- ✓ 드라이어를 사용하거나 전자레인지에 잠깐 돌리는 것도 좋습니다.

5. 마르는 동안 리트머스 종이를 보관할 미니포켓에 양면테이프를 붙이고 조립합니다.

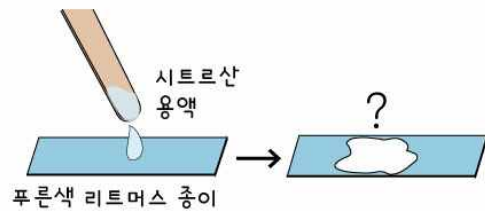
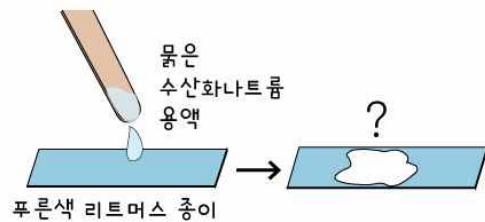
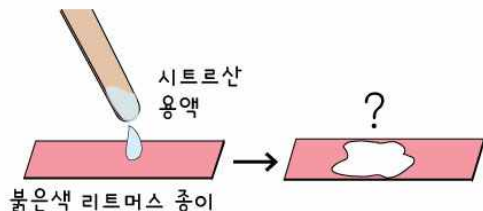
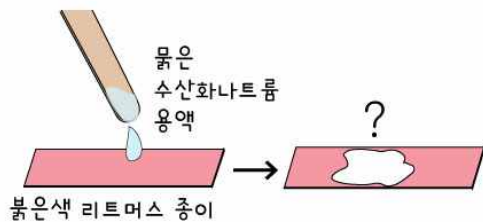
6. 리트머스 종이가 마르면 그림과 같이 10등분하여 연필로 표시한 후 자르고, 미니포켓의 해당 자리에 끼워 보관합니다.

- ✓ 1cm x 5cm 크기의 거름종이 조각 각 10개씩



[ 리트머스종이의 특징 ]

1. 남은 시트르산 용액과 묽은 수산화나트륨 용액으로 리트머스 종이의 특징을 확인하고, 색칠해 봅시다.



붉은색 리트머스 종이는 염기성에서  색으로 변하므로 염기성 용액의 판별을  
 푸른색 리트머스 종이는 산 성에서  색으로 변하므로 산 성 용액의 판별을

위하여 사용됩니다.

## 실험시 주의사항 ....

1. 사용한 용액들이 눈이나 피부에 닿지 않도록 가능하면 보안경과 장갑을 착용하세요.
2. 리트머스 용액이 옷에 묻으면 잘 지워지지 않습니다. 옷에 묻지 않도록 조심합니다.

## 확인학습 ....

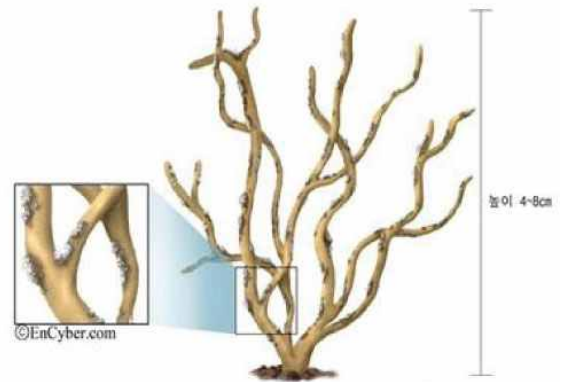
1. 리트머스의 원래 용액은 보라색이지만 산성과 염기성을 판별하는 리트머스종이는 푸른색과 붉은색으로 만들어 사용됩니다. 그 이유는 무엇인지 생각해 봅시다.
2. 리트머스종이를 가지고 다니면서 주변에서 찾을 수 있는 여러 용액이 각각 산성인지 염기성인지 알아봅시다.  
 ✓ 여러가지 용액의 예 : 비눗물, 식초, 락스, 세제, 오렌지주스 등

용액의 이름	붉은색 리트머스종이	푸른색 리트머스종이	액 성
오렌지주스	변화없음	붉은색	산, 염기
			산, 염기
			산, 염기

용액의 이름	붉은색 리트머스종이	푸른색 리트머스종이	액 성
			산, 염기
			산, 염기
			산, 염기

## 원리학습 ....

오늘 사용한 리트머스는 **리트머스이끼**라는 지의류에서 추출한 색소로 만들어졌습니다.  
 리트머스 이끼는 산성비가 내리면 그 색이 변하여 불그스름해지는데 이 이끼의 분말을 추출하여 리트머스의 보라색 색소를 만드는 것입니다.  
 이 색소는 옷감을 염색하는 데에도 사용되었습니다.



이렇게 완성된 용액을 리트머스 지시약이라고 부르며, 리트머스 지시약은 산성에서는 붉은색으로 염기성에서는 푸른색으로 변하는 특징을 가지고 있습니다. 이 지시약을 이용하면 색변화로 산성인 물질과 염기성인 물질을 판단할 수 있어서 오래전 부터 사용되어 왔습니다.

**리트머스 종이**는 14세기에 이미 유럽 연금술사나 의사들이 사용하고 있었는데, 리트머스 용액이 휴대하기 불편한 점을 개선하여 종이에 적셔 말려서 간편하게 사용하도록 만든 것입니다.  
 리트머스 색소가 보라색에서 붉은색이나 푸른색으로 변하는 정도가 뚜렷하지 않아 구분이 힘들었기 때문에 미리 산성용액과 염기성 용액을 처리한 붉은색 리트머스종이와 푸른색 리트머스 종이로 만들게 되었습니다.



푸른색 리트머스 종이를 산성 용액에 담그면 붉은색으로 변하고, 붉은색 리트머스 종이를 염기성 용액에 담그면 푸른색으로 변하기 때문에 색변화를 즉시 판별할 수 있고, 종이이므로 휴대도 편리하여 현재까지 널리 이용되고 있습니다.

## 느낀점 ....



## ■ 교사용 실험 자료실 ■

실험 제목	리트머스 종이 만들기		실험 원리	산과 염기, 리트머스의 성질	
실험 시간	40분	실험 분야	화학	실험 방법	4인 1조, 조별실험
실험키트 구성	리트머스, 거름종이, 시트르산 용액, 묽은 수산화나트륨 용액, 플라스틱 비커, 미니포켓전개도, 양면테이프, 나무스틱, 플라스틱 접시, 계량컵				
교사준비물	신문지, 따뜻한 물, 드라이어, 핀셋 또는 나무젓가락		학생준비물	가위, 자	
실험 결과	학생 1인당 각자 만든 리트머스 종이를 가지고 갑니다.				
실험팁	<p>* 시트르산 용액의 보관특성상 즉시 만들어 사용해야하므로 결정타입의 고체로 제공됩니다. 실험하기 전에 미리 용액을 만들어 사용하세요.</p> <p>- 제조법 : 시트르산이 든 병에 물 30 mL를 넣어 시트르산 용액을 만듭니다. (제품의 구성품인 플라스틱 비커나 계량컵을 이용하여 30mL를 측정합니다.) (tip: 차가운 물은 시간이 오래 걸립니다. 따뜻한 물로 만든 뒤, 식혀서 사용하세요.)</p> <p>TIP 1. 사용한 용액들이 눈이나 피부에 닿지 않도록 보안경과 장갑을 착용합니다. TIP 2. 리트머스 용액이 옷에 묻으면 잘 지워지지 않습니다. 주의지도 바랍니다. TIP 3. 리트머스 용액을 묻힌 거름종이를 말릴 때 신문지로 충분히 용액을 흡수시켜야 빠르게 마르며, 색도 균등하게 됩니다. 두 색의 리트머스종이를 말릴 때 서로 가까이 두지 않도록 합니다. 가까운 쪽이 보라색으로 변할 수 있습니다.</p>				

### 생각해보기 ....

리트머스 종이를 물들인 색소는 무엇인지 알고 있습니까?

리트머스가끼라는 지의류에서 추출한 색소로 산성과 만나면 붉어지고, 염기성을 만나면 푸르게 변하는 성질이 있습니다.

### 실험방법 ....

리트머스 색소는 산성에서 **붉은** 색으로, 염기성에서 **푸른** 색으로 변하는 특징이 있습니다.

붉은색 리트머스 종이는 염기성에서 **푸른** 색으로 변하므로 염기성 용액의 판별을 위하여 사용됩니다.  
푸른색 리트머스 종이는 산 성에서 **붉은** 색으로 변하므로 산 성 용액의 판별을

### 확인학습 ....

1. 리트머스의 원래 용액은 보라색이지만 산성과 염기성을 판별하는 리트머스 종이는 푸른색과 붉은색으로 만들어 사용됩니다. 그 이유는 무엇일지 생각해 봅시다.

보라색이 붉은색과 푸른색으로 변하는 것을 관찰하는 것 보다 붉은색이 푸른색으로, 푸른색이 붉은색으로 변하는 것이 더 확실하게 변화를 느낄 수 있기 때문입니다.

2. 리트머스 종이를 가지고 다니면서 주변에서 찾을 수 있는 여러 용액이 각각 산성인지 염기성인지 알아보시다.

리트머스 종이를 이용하여 주변 여러 용액의 액성을 알아볼 수 있도록 지도해주세요.

### 지시약

화학 반응의 변화를 감지할 수 있는 지시약은 여러 종류가 있다. 화학 반응은 pH가 변하는 반응을 비롯하여, 침전이 생기는 반응, 산화 환원이 일어나는 반응, 복합물(complex)이 생성되는 반응 등 여러 종류가 있다. 지시약을 이용하면 각 반응의 상태 혹은 완결 여부를 판별할 수도 있다. 그러므로 반응에 알맞은 지시약을 선택하여 사용하는 것이 중요하다

다. 이번 글에서는 생활에서 흔히 볼 수 있는 산 염기를 판별할 수 있는 산/염기 지시약에 대해서 알아보기로 하자.

### 산 염기 지시약의 대명사, 리트머스

리트머스 시험이라는 말은 과학 외에서도 흔히 쓰인다. 청문회 자리에 참석하는 고위 공직자 후보들도 리트머스 시험(litmus test)의 대상이라고 표현하는 경우가 많다. 판별대상이 사람이기에 색 변화가 화학물질처럼 분명하지는 않겠지만 다양한 질문(염료)에 대한 답(색 변화)을 듣다 보면 그 사람 고유의 색도 파악이 불가능하지는 않은가 보다.

학창 시절에 마치 주문처럼 외웠던 리트머스 종이의 색 변화, ‘산과 빨, 알빨과’를 아직도 기억하는 사람들이 많이 있을 것이다. ‘산과 빨, 알빨과’는 산성 용액을 파란색 리트머스 종이에 칠해보면 빨간색으로 변하며, 알칼리 용액을 칠해보면 빨간색 리트머스 종이 가 파란색으로 변하는 것을 의미한다. 아마도 중학교 수준에서는 과학 선생님께서 왜 그렇게 변하는지 설명해주셨어도 온전한 이해가 어려웠을 것이다. 그래서 주문처럼 외우게 하셨던 것 아닐까?



리트머스는 산/염기를 구별할 수 있는 가장 오래되고 잘 알려진 지시약이다. 리트머스는 공생식물의 하나인 리첸(lichen)에서 추출한 수용성 염료 혼합물을 말한다. 리트머스 종이(litmus paper)는 그 염료를 거름 종이(filter paper)에 흡수시켜서 말린 것이다. 산 혹은 염기인지 판별해보고 싶은 용액을 리트머스 종이에 칠해보면 용액의 pH에 따라 색 변화를 관찰할 수 있다.

### 자연의 지시약 안토시아닌

리트머스의 색을 나타내 주는 발색단(chromophore) 분자의 구조는 안토시아닌과 유사한 점이 많다. 리트머스 혹은 안토시아닌은 벤젠고리와 유사 벤젠고리 구조들이 연결된 형태를 하고 있다. 유사 벤젠고리는 벤젠을 구성하는 탄소의 한두 개가 산소나 질소로 치환된 화합물을 말한다. 또한 벤젠고리의 수소 자리에 수산화 기(OH-), 카르복실 기(COO-), 카보닐 기(CO-), 설포닐 기(SO<sub>3</sub>-)와 같은 각종 작용기(functional group)가 결합된 구조를 하고 있어서 조금 복잡하게 보인다. 많은 발색단 화합물들은 이중결합과 단일결합이 교대로 연결된, 소위 말하는 공액(conjugated) 화합물 구조를 포함하고 있다. 발색단 분자의 다양한 작용기와 용액내의 수소이온(H<sup>+</sup>) 혹은 수산화이온(OH<sup>-</sup>)과 반응하면 새로운 고리 화합물이 형성되기도 한다. 또한 분자 내에 존재하고 있는 이중결합과 단일결합이 교대로 연결된 사슬의 길이가 변한다. 어느 한 종류의 변화만 일어나도 발색단 분자가 흡수하는 빛의 파장이 바뀐다. 따라서 지시약이 흡수하는 파장에 해당하는 색의 보색(complementary color)을 관찰하여 용액 내의 pH 변화를 알아채는 것이다.

안토시아닌(anthocyanin)은 각종 색을 띠는 과일이나 채소에 많이 포함되어 있는 화학물질이다. 예를 들어서 포도주에 포함된 안토시아닌은 산성에서 빨강색을, 염기성에서는 파란색을 띤다. 붉은색 포도주는 그 자체가 약산성 혹은 중성의 pH를 유지한다고 그 색으로 우리에게 지시해주고 있다. 안토시아닌은 물에 녹는 색소이며, pH에 따라 청색, 보라, 빨강 색깔을 띠 수 있는 분자이다. 식물의 색깔은 대부분이 안토시아닌으로부터 나온다고 해도 과언이 아닐 정도로 식물의 잎, 줄기, 뿌리는 물론 꽃, 열매 등 거의 모든 부분에서 안토시아닌이 검출되고 있다. 현재까지 알려진 안토시아닌만 해도 500개 이상이 된다. 최근에는 항산화 작용을 하는 물질로 알려져 인기가 높아만 간다. 사람 몸에 좋다는 음식을 추천할 때 가끔씩 진한 색을 띤 과일이나 채소를 권하는 이유에는 항산화 물질인, 안토시아닌이 많이 포함되었다는 것도 들어간다.

### 염기성에서 붉게 변하는 페놀프탈레인

흔히 알려진 또다른 산 염기 지시약은, 아마도 리트머스보다 색 변화가 분명한 페놀프탈레인 용액일 것이다. 산성용액에서는 페놀프탈레인은 무색이며 염기성 용액에서는 붉은색을 띤다. 즉 색을 띠지 않는 산성용액에 페놀프탈레인 몇 방울을 가해도 용액의 색은 변화가 없다. 그러나 계속해서 염기를 첨가하면 어느 순간에는 용액 전체가 페놀프탈레인 특유의 붉은색으로 변한다. 즉 용액의 pH가 염기성으로 변했다는 사실은 페놀프탈레인의 색 변화로 알 수 있다.



그러므로 페놀프탈레인 용액으로 시험 용액이 산성인지 염기성인지 판별할 수 있다. 페놀프탈레인은 설사를 유발하는 약리 작용이 있어서 한때는 변비 치료약으로 사용이 되었지만, 지금은 발암물질 의심 물질로 분류되어 사용이 금지되어 있다. 페놀프탈레인의 화학구조 역시 한 개의 탄소에 걸가지가 달린 3개의 벤젠 고리가 연결되어 있어서 전형적인 발색단 모습을 하고 있다.

### 집에서 할 수 있는 양배추로 만든 지시약 실험

집에서도 지시약을 만들어 간단하게 산 염기를 판별할 수 있다. 적색 혹은 보라색을 띤 양배추에는 플라빈(flavin)이라는 색소가 들어 있다. 플라빈은 벤젠고리 1개와 유사 벤젠고리 2개가 서로 융합된 구조를 지닌 유기 염료로 발색단 분자이다. 보라색 양배추를 곱게 갈아 냄비에 넣고 물로 끓이면 색소가 우러난다. 물을 식히고 건더기를 걸러낸 것이 바로 사용 가능한 지시약 용액이다. 지시약 용액을 유리컵에 조금 붓고 나서 식초를 넣으면 용액의 색이 빨간(핑크)색으로 변한다. 색 변화를 더 확실하게 보려면 유리컵 밑에 흰 종이를 깔면 좋다. 또 다른 유리컵에 지시약 용액을 넣고 암모니아수를 부으면 초록색으로 변한다. 초록색 용액에 빨대를 담그고 호흡을 하면서 내쉬는 숨을 용액으로 불어 넣으면

잠시 뒤에 초록색이 파란색으로 변한다. 그것은 날숨에 포함된 이산화탄소가 녹아서 탄산이 형성되면 용액이 중성 내지는 약산성으로 바뀌었기 때문이다. 그런 용액에 식초를 몇 방울 더 떨어뜨려 보면 빨간색 용액으로 변하는 것을 볼 수 있다.

### 종말점 검출에 필요한 지시약

산/염기 적정(titration)을 할 때 산 혹은 염기의 양이 정확히 같아지는 점, 종말점을 알아낼 때에도 지시약을 사용한다. 흔히 약산을 강염기로 적정하는 경우에는 페놀프탈레인, 티몰블루등을 이용한다. 만약에 강산을 강염기로 적정한다면 pH가 7 근처에서 민감하게 변색이 되는 브로모티몰블루, 페놀레드등을 사용한다. 약염기를 강산으로 적정하는 경우에는 메틸오렌지 콩고레드등을 사용한다. 각 경우마다 다른 지시약을 사용하는 이유는 종말점에 도달한 용액의 pH에 맞추어 색 변화가 일어나는 지시약을 선정하여야 하기 때문이다.

지시약에는 종류가 많다. 강물의 오염 등을 측정하기 위해 용존산소량을 파악할 때도 지시약을 사용한다.

### 만능 지시약

실험실에서 용액의 pH를 간단하게 파악하는 수단으로 흔히 만능지시약 종이를 사용한다. 만능지시약 종이는 발색단을 포함하고 있는 여러 종류의 지시약 혼합물을 종이에 흡수시켜 말린 것이다. 지시약 혼합물은 시험 용액의 pH에 따라서 발색되는 분자의 색 변화가 명확하게 구별이 될 수 있는 지시약들로 구성되어 있다. 지시약 종이를 조금 잘라서 시험 용액에 적시면 색 변화가 일어난다. 지시약 종이를 보관하는 도구에 특정한 색은 pH 얼마에 해당한다고 알려주는 표가 붙어 있어서 누구라도 쉽게 시험 용액의 pH를 알아 볼 수 있도록 고안된 것이다. 최근에는 pH 1 단위의 변화도 구별할 수 있는 보다 정밀한 만능지시약 종이도 있다. 그렇지만 만능지시약 종이의 성능은 색 변화를 구별해 낼 수 있는 우리 눈의 정확도에 의존한다는 한계가 있다. 그러나 정확도가 문제가 크게 되지 않는다면 만능지시약 종이는 pH를 파악하는데 아주 편리하게 사용할 수 있다.



특정한 색은 pH 얼마에 해당한다고 알려주는 표가 붙어 있어서 누구라도 쉽게 시험 용액의 pH를 알아 볼 수 있도록 고안된 것이다. 최근에는 pH 1 단위의 변화도 구별할 수 있는 보다 정밀한 만능지시약 종이도 있다. 그렇지만 만능지시약 종이의 성능은 색 변화를 구별해 낼 수 있는 우리 눈의 정확도에 의존한다는 한계가 있다. 그러나 정확도가 문제가 크게 되지 않는다면 만능지시약 종이는 pH를 파악하는데 아주 편리하게 사용할 수 있다.