

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

감열지에만 써지는 펜을 만들고,  
 감열지의 특성에 대해 알아봅시다.

# 열로 쓰는 편지

## 실험키트구성 ....

감열지, 칼라스틱, 묽은 수산화나트륨 용액  
 클립, 양초

## 준비물 ....

가위, 셀로판테이프, 넓은 신문지

## 생각해보기 ....

감열지란 무엇일까요?

感느낄 熱더울 紙종이



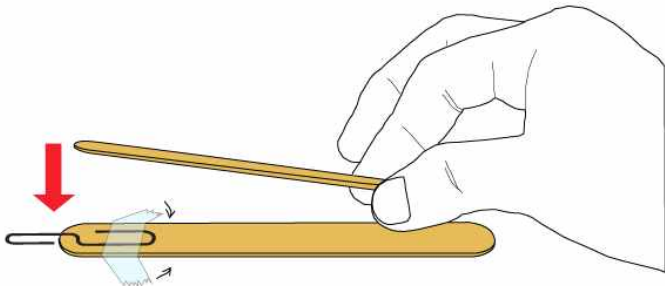
## 실험방법 ....

1. 클립을 펴서 'S'모양으로 만들어 펜촉으로 준비합니다.



2. 그림처럼 칼라스틱 위에 클립을 놓고  
 셀로판테이프로 고정시킵니다.

- ▶ 클립이 움직이지 않도록 셀로판테이프로 잘 붙입니다.
- ▶ 클립이 스틱 밖으로 3cm정도는 나와야 가열할 때 스틱이 타는 것을 방지할 수 있습니다.
- ▶ 클립 고정 후 스틱을 덮고나서 셀로판테이프로 한바퀴 더 감아 펜을 완성합니다.



3. 감열지를 준비하고 알코올램프나 양초의 불꽃에 펜촉의 끝을 달구어, 감열지에 글씨를 쓰거나 그림을 그리며 관찰합니다.

- ▶ 감열지의 앞뒷면에 모두 그려봅시다. 양면 모두 그림이 그려지나요?

4. 글씨 쓴 감열지를 넓은 신문지 위에 올려 준비합니다.

5. 스프레이 용기에 들어있는 묽은 수산화나트륨용액을 감열지에 쓴 글씨 위에 뿌려봅시다.

- ▶ 감열지에 쓴 글씨가 어떻게 되나요?

## 실험시 주의사항 ....

1. 펜촉으로 쓰인 클립이 가열되면 매우 뜨겁습니다. 직접 손에 닿지 않도록 주의하고, 친구들과 장난하지 않도록 합니다.
2. 감열지에 세게 누르면서 쓰면 클립이 휘 수 있으니 주의하세요.
3. 묽은 수산화나트륨용액은 피부에 자극을 줄 수 있습니다. 피부에 뿌리지 마세요.

## 확인학습 ....

1. 감열지에 달구어진 펜촉이 닿으면 어떻게 되나요?

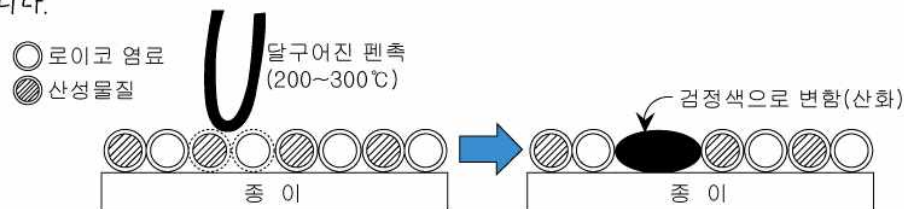
2. 감열지가 열에 반응하는 원리를 설명해봅시다.

3. 감열지의 글씨에 묽은 수산화나트륨용액을 뿌리면 어떻게 되나요?

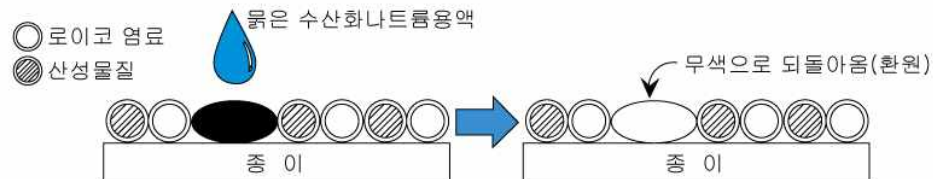
4. 그 이유는 무엇일까요?

## 원리학습 ....

감열지(thermal printing paper)는 마이크로캡슐에 로이코염료(무색)와 산성물질은 함께 넣어 종이 표면에 발라 놓은 것입니다. 로이코염료(leuco compound)는 산성물질을 만나면 검은색 또는 진푸른색으로 변하는 특성이 있는 염료인데, 감열지에 200~300°C의 열이 닿으면 마이크로캡슐이 터지면서 그 안에 있던 로이코 염료와 산성물질이 만나게 되어 검정색으로 색이 나타나게 됩니다.



감열지의 검정색 글씨 위에 염기성인 묽은 수산화나트륨용액을 뿌리면 로이코염료가 환원되어 다시 무색(흰색)으로 돌아가게 됩니다.



정리하면, 열에 의해 물질의 물리적 성질의 변화와 화학적 변화현상을 이용하여 화상을 형성하는 것입니다.

이렇게 요즈음 화상 정보 기록에 열에너지와 감열재료를 사용하는 기록방식을 서모그래피(thermography)라고 합니다. 흔히 영수증으로 사용되는 것이 대부분 감열지인데, 일반 프린터보다 부피를 대폭 축소시킬 수 있는 감열식 프린터를 사용합니다. 단, 햇빛이나 열에 오래 노출되거나, 염기성물질에 노출되는 경우, 비닐사이에 오래 끼워져 있는 경우 내용이 지워질 수 있다는 단점이 있습니다. 병원 등에서 기록용으로 사용하는 경우 이런 단점을 보완한 특수감열지가 사용되고 있습니다.

## 느낀점 ....

## ■ 교사용 실험 자료실 ■

실험 제목	열로 쓰는 편지		실험 원리	감열지의 특성	
실험 시간	40분	실험 분야	화학	실험 방법	개별실험
세트구성물	감열지, 클립, 칼라스틱, 양초, 묽은수산화나트륨용액				
교사준비물			학생준비물	가위, 넓은 신문지	
실험 결과	열편지용 펜과 감열지를 가지고 갑니다.				
실험팁	<p>세트 구성물 중 칼라스틱의 색깔은 임의배송 됩니다.</p> <p>세트 구성물 중 묽은 수산화나트륨 용액은 5% 용액이며 피부에 자극을 줄 수 있으므로 주의하세요.</p> <p>TIP 1. 감열지는 1롤로 제공 되오니 적당량 나누어 주세요.</p> <p>TIP 2. 양초나 알코올램프를 사용할 때 화재 및 화상에 주의 지도 바랍니다. 가열된 클립은 매우 뜨겁습니다. 직접 만져보는 일이 없도록 주의해주세요.</p> <p>TIP 3. 키트에 포함된 양초로 펜촉을 가열하면 그을음이 생겨 마치 그을음으로 글씨를 쓴다는 오개념을 줄 수 있으니 알코올램프가 구비되어 있다면 그을음이 잘 생기지 않는 알코올램프로 가열하는 것이 더 바람직합니다. 양초를 사용하여도 실험결과에는 영향을 주지 않습니다.</p>				

### 생각해보기 ....

감열지란 무엇일까요?

‘열을 감지하는 종이’의 뜻으로 감열식 프린터(열로 글자를 찍는)에 사용되는 특수한 종이입니다. 흔히 슈퍼마켓의 영수증이나 은행의 번호대기표 등에 사용되며 우리 주변에서 쉽게 찾을 수 있습니다.

### 확인학습 ....

1. 감열지에 달구어진 펜촉이 닿으면 어떻게 되나요?  
달자마자 감열지가 검게 변하며, 글씨가 잘 써집니다.
2. 감열지가 열에 반응하는 원리를 설명해봅시다. 원리학습 참조
3. 감열지의 글씨에 묽은 수산화나트륨용액을 덧칠하면 글씨가 어떻게 되나요?  
검은 글씨가 희게 변합니다.
4. 그 이유는 무엇일까요? 원리학습 참조

### 감열지

감열지는 기본이 되는 원지부분과 색을 내는 장치가 되는 발색층의 2중 구조로 되어 있습니다. 발색층에는 마이크로캡슐이라 불리는 아주 작은 캡슐 모양으로 된 무색 염료와 색을 내기 위한 현색체가 접착제와 함께 칠해져 있습니다. 이 발색층에 팩스나 계산기의 열이 가해지면 마이크로 캡슐이 녹아 무색 염료와 현색체가 함께 녹아 검게 발색하는 것입니다. 검게 변한 부분이 그림이나 글자가 되는 것이지요. 약 60℃-150℃의 열을 가해야 발색하기 때문에 잘못하여 난로 등의 열원에 가까이 놓아두면 검게 변하므로 주의해야 합니다. 이러한 약점을 보완하기 위하여 발색층 위에 보호막을 입히거나 염료 그 자체를 바꾸어 열에 쪼여 발색시킨 뒤 다시 빛에 의해 정착시키는 방법을 사용하여 햇빛이나 용제에 의해 변하지 않도록 처리한 장기보존용 감열지도 나오고 있습니다.

화상 정보 기록에 열에너지와 감열재료를 사용하는 기록방식을 서모그래피(thermography)라고 하며 내용상 다양한 기술이 포함됩니다. 감열기록은 열에너지에 의한 신호기록입력과 동시에 가시상(可視像)을 얻는 완전건조방식이 일반적입니다. 즉, 열에 의해 물질의 물리적 성질의 변화와 화학적 변화현상을 이용하여 화상을 형성하는 것입니다.

### 감열지의 발색 원리

1) 감열지(thermal printing paper)란?

표면을 가열하면 녹아서 서로 섞여 발색하는 무색 염료와 유기산을 바른 기록용지. 감열기록지라고도 한다. 팩시밀리, 워드프로세서 등에서 이용된다. 2가지 성분의 반응에 의한 발색방식을 취하고 있으며, 전자공여성을 지닌 무색의 류코염료\*(크리스털바이올렛락톤 등)와 전자수용성 현색체(페놀계 산성물질)를 미립화하여 결합제와 함께 종이에 바른 것이다. 서멀헤드\*\*로부터 2-10ms 동안에 300℃로 가열하면 미립자가 용융되어 크리스털바이올렛락톤에 페놀이 작용하게 되고, 따라서 락톤고리가 열리면서 전자의 이동이 일어나 발색하게 되는 것으로 추찰되고 있다.

2) \*류코염료란?

류코화합물(leuco compound) 또는 로이코화합물이라고도 한다. 염료를 환원하여 생긴 것으로, 산화하면 원래의 염

료로 되돌아와 발색하는 화합물이다. 그대로는 무색이나 전자 수용체와 접하면 분자 내 변화를 일으켜 발색한다. 아조염료와는 달리 트리페닐메탄염료, 황화염료 등은 환원하면 류코 화합물이 되어 산화에 의해 발색하는 것이다.

### 3) \*\*서멀헤드란?

감열 기록의 '써넣기 펜'인 서멀헤드(thermal head)는 전력에 의해 200℃-300℃로 되며, 기록층에 열을 준다.

⇒ 즉, 산에 의해 류코염료가 산화되면 발색되어 검은 색 혹은 푸르스름한 검은 색을 나타내고, 염기에 의해 환원되면 다시 무색으로 돌아가는 것이다.

#### 종류

- 특수감열지---지하철표/공원입장권/마권/경륜권/주차권/도로공사 통행권 등등
- 반 특감지----특감지 보다 조금 밑의 수준.
- 일반감열지---은행 대기표/싸우나 전표 등등

#### 소색기간

- 특수 감열지---구부리고 물에 넣어도 까딱 없습. -----5년이상
- 반특감지-----취급보관 방법에 따라서 달라지긴하나 사용하는데 전혀 문제 없습.--3년이상
- 일반감열지----대중적으로 사용하는 주유소/마트/주차장/간이 영수증 대용 등등...-1년이상

#### 취급주의 사항.

- 햇빛에 장기간 노출금지
- 열에 노출 금지
- 프라스틱류 접촉금지
- 수분에 가급적 접촉금지
- 결재판에 오래 끼워 놓지 말것
- 이동중에는 검은 비닐을 사용할것(염화비닐 사용금지)
- 한물을 개봉했으면 가급적 다 사용할것
- 일반 종이와는 다르다는 것을 사용자 들에게 인지 시킬것.

### 인쇄의 방법

인쇄할 때 기계적 충격을 이용하는 충격식 인쇄와 충격을 이용하지 않는 비충격식 인쇄가 있다.

충격식 인쇄는 종이를 두드리거나 잉크가 침투되어 있는 리본을 종이에 대고 두드리는 기계장치를 사용하여 인쇄하는 장치를 말한다. 타자기와 같이 활자를 선택하여 두드리는 타자기 방식의 인쇄기와 와이어 핀으로 두드리서 점(dot)의 집합으로 문자와 도형 등을 인쇄하는 인쇄기가 있다. 보통 용지를 사용할 수 있고 유지 보수가 간편한 반면, 소음이 나는 등의 결점이 있다.

비충격식 인쇄에는 교류 전기를 통하여 진동하는 압전체 기구로 잉크에 압력을 가하거나 잉크를 가열하여 입자화 해서 좁은 노즐 사이로 잉크가 뿜어져 나오는 잉크분사식, 감열지의 표면에 열을 가하여 발색시키는 감열식, 원 물체의 밝고 어두운 부분이 종이 위에 정전기의 유무로 나타날 때 그 종이 위에 건조한 잉크 가루를 뿌려 주어 전기를 띤 부분에만 가루가 붙어 종이를 가열해서 잉크 가루가 녹아 종이 위에 영구적으로 남게 되는 정전식, 미리 정전하(靜電荷)를 가한 잠상(潛像)을 형성하고 이 잠상을 토너로 현상한 다음 현상된 토너 상을 보통의 종이 위에 전사하는 전자 사진식 등이 있다.

### 감열식 프린터(Electrathemal Printer)

종이에 특수한 화학 처리를 하여 열이 가해지면 검은색으로 변색되도록 만든 감열지를 이용하여 미세한 발열소자를 모아서 만든 발열헤드를 감열지에 지나가게 하면 발열 소자의 제어에 따라 글자나 무늬가 나타나게 하는 방식을 사용하는 프린터가 감열식 프린터 (Electrathemal Printer) 입니다. 주로 저가형 팩시밀리나 은행의 대기 번호표를 찍어주는 프린터로 많이 이용되고 있다. 그러나 감열지는 오랜 시간 가시광선에 노출되면 종이가 누렇게 변색이 되면서 내용이 흐려지는 단점이 있습니다.