

20    년    월    일    요일

시간 :      장소 :      🌞🌧️🌨️🌨️🌨️🌨️🌨️

          학교      학년      반

번   이름 :

# 부풀어 오르는 케이크

## 실험키트구성 ....

폴리우레탄폼(P액, M액), 색소, 나무스틱, 종이컵  
머핀주름지, 파운드케이크 틀, 스포이트, 꾸밈재료

## 준비물 ....

바닥깔개(신문지), 유성펜

폴리우레탄폼의 원액으로 만들어진 화학거품을 이용하여 머핀, 파운드케이크 모형을 만들어 보고 폴리우레탄폼의 특징과 활용에 대하여 알아보시다.

## 생각해보기 ....

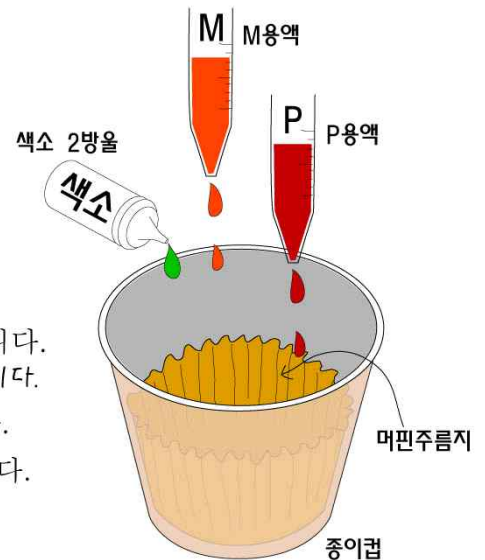
추운 겨울, 우리가 입는 오리털 점퍼는 왜 따뜻할까요?

## 실험방법 ....

- 바닥에 깔개를 깔아 준비합니다.  
▶ P와 M용액이 섞인 폴리우레탄폼 용액은 접착력이 강하여 굳고나면 제거하기 어렵습니다.
- 스포이트에 유성펜으로 각각 'P' 와 'M' 을 표기합니다.  
▶ 폴리우레탄의 P용액과 M용액은 서로 섞이면 반응하므로, 바퀴지 않도록 주의합니다.  
▶ P액과 M액은 1:1 반응합니다.
- 스포이트 끝을 모두 2cm씩 잘라냅니다.  
▶ 잘라내지 않으면 용액이 걸쭉하여 스포이트에 잘 안들어갑니다.

## [머핀 만들기]

- 종이컵 속에 머핀주름지를 넣습니다.
- 머핀주름지 속에 P용액을 넣습니다.  
▶ 스포이트를 이용하여 2 mL를 넣습니다.  
▶ 스포이트 벽에 묻은 용액이 내려올 때까지 충분히 기다리세요.
- 색소를 여러 번 흔들어 잘 섞은 후, 2방울 정도 넣고 잘 저어줍니다.  
▶ 반드시 색소의 양을 지켜주세요. 많이 넣으면 실험 실패의 원인이 됩니다.
- 색소를 넣은 머핀컵에 폴리우레탄폼 M용액을 같은 양 넣습니다.
- 스틱으로 두 용액을 잘 섞은 다음 부풀어 오를 때까지 기다립니다.  
▶ 거품이 부풀어 오르는 동안 컵을 만지지 마세요.  
▶ 거품의 모양이 한쪽으로 치우칠 수 있습니다.
- 부풀어오르는 것이 멈추면 표면이 굳기전에 바로 꾸밈재료를 머핀위에 예쁘게 뿌려주세요.  
▶ 시간이 지나면 거품이 굳어 꾸밈재료가 붙지 않습니다. 부풀어 오르는 것이 주춤해질 때 얼른 뿌려주세요.



## [파운드케이크 만들기]

- 파운드케이크 틀 속에 폴리우레탄 P용액을 넣습니다.  
▶ 스포이트를 2 mL씩 2번 넣습니다. (총 4 mL)
- 여기에 색소를 3방울 정도 넣고 잘 저어줍니다.
- 색소를 넣은 파운드케이크 틀에 폴리우레탄폼 M용액을 같은 양 넣습니다.
- 스틱으로 두 용액을 잘 섞은 다음 부풀어 오를 때까지 기다립니다.
- 부풀어 오르는 것이 멈추면 표면이 굳기 전에 바로 꾸밈재료를 머핀 위에 예쁘게 뿌려주세요.

## 실험시 주의사항 ....

1. P액과 M액은 반드시 다른 스포이트를 사용합니다. 스포이트에 표기하고 혼용되지 않게 주의하세요.
2. 색소를 사용하기 전 여러 번 흔들어서 잘 섞은 후에 사용하세요.
3. 색소의 양이 많으면 부풀어오르다가 폭 꺼지는 경우가 있습니다. 색소를 많이 넣지 마세요.
4. 거품이 생기면 표면이 굳을 때까지 피부에 직접 닿지 않도록 주의하세요.
5. P, M용액이 피부에 닿았다면 비누로 씻어내면 되며, 혼합액이 피부에 닿았다면 즉시 닦고 씻어야 잘 떨어집니다.
6. 절대 먹지 마세요.

## 확인학습 ....

1. 폴리우레탄 폼이 부풀어 오를 때 어떤 현상이 일어났나요?

2. 완전히 부풀어 올라 굳은뒤 표면을 관찰하고 만져봅시다. 어떤 특징이 있나요?

3. 이런 특징을 이용하면 우리 생활 어느 곳에 사용할 수 있을까요?

## 원리학습 ....

폴리우레탄 폼은 '폴리올(polyol)과 이소시아네이트(isocyanate)' 라는 물질을 결합시키면서 생성되는 발포생성물입니다. 거품과 함께 그 부피가 원래 부피의 약 100배 까지 커지는데, 오늘 실험한 것과 같이 성형이 쉽고 사용이 간편하므로 플라스틱과 고무를 대신하여 각광받는 소재입니다.

폴리우레탄 폼은 크게 **경질**(단단히 굳어짐)과 **연질**(굳은 후에 말랑말랑한 성질을 가짐)로 나눕니다.

**경질 폴리우레탄폼**은 주로 건축물의 단열재로 사용되는데, 외벽과 내벽의 사이에 발포시키면 기포(공기방울)를 많이 함유하고 있어서 보온에 아주 효과가 좋지요. 또한 작은 틈새나 균열이 있는 곳 등에도 미세하게 들어갈 수 있는 장점이 있어 스티로폼 대신에 많이 사용하고 있습니다.

**연질 폴리우레탄폼**은 생활용품으로 많이 사용하는데, 자동차 내장재(핸들, 시트 등), 테니스나 골프 라켓의 손잡이(그립), 체육관의 매트나 놀이방 매트 등 충격을 흡수하는 곳에 주로 사용됩니다.

이번 실험에서는 경질 폴리우레탄폼을 사용하였으며, 제과점에서 많이 사용하는 머핀틀과 파운드케이크틀을 이용하여 빵을 만들어 보았습니다. 예쁘게 장식하여 보세요.

## 느낀점 ....

## ■ 교사용 실험 자료실 ■

실험 제목	부풀어 오르는 케이크		실험 원리	고분자화합물 (폴리우레탄)의 특성	
실험 시간	30분	실험 분야	화학	실험 방법	4인 1조, 조별 실험
세트구성물	폴리우레탄폼 용액( P액, M액 ), 색소, 나무스틱, 머핀주름지, 파운드케이크 틀, 스포이트, 종이컵, 꾸밈재료				
교사준비물	바닥갈개(신문지나 비닐등)		학생준비물	매직(네임펜), 그 외 컵을 장식할 것	
실험 결과	실험현장에서 고분자화합물의 특성을 알아봅니다.				
실험팁	<p>TIP 1. 스포이트가 서로 섞이지 않도록 미리 라벨(매직으로 써도 무방)을 해주세요.</p> <p>TIP 2. 색소를 잘 섞은 후 사용하시고, 색소의 양을 잘 지켜주세요. 실험 실패의 원인이 될 수 있습니다.</p> <p>TIP 3. 두 액(P,M)을 섞으면 하얗게 변하며, 발포될 때까지는 약 3~5분 정도 걸립니다. 이 반응은 발열 반응이며 아주 뜨겁지는 않고 따뜻한 정도입니다. 학생들에게 컵을 만져보게 하여 발열반응을 느끼도록 하셔도 좋습니다.</p> <p>TIP 4. 표면이 굳을 때 까지는 직접 손으로 만지지 않도록 주의하시고, 표면이 살짝 굳은 뒤 꾸밈재료로 장식하게 하세요.</p> <p>TIP 5. <u>거품이 발생하는 동안 손이나 옷, 피부 등에 묻으면 재빨리 젖은 수건 등으로 닦아내세요. 책상, 바닥 등에 튀거나 쏟아 굳어버린 경우는 완전히 굳을 때 까지 두었다가 긁어내세요.(잘 떨어지지 않으므로 각별한 주의를 요합니다.) 실험 전에 바닥에 신문지 등의 바닥 갈개를 깔아 사고를 미연에 방지하여 주세요.</u></p>				

### 생각해보기 ....

추운 겨울, 우리가 입는 오리털 집퍼는 왜 따뜻할까요?

오리털은 내부에 공기가 들어있는 공간이 많습니다. 공기는 훌륭한 단열재입니다. 열의 전달을 잘 막아주므로 바깥쪽의 찬 기운이 안으로 들어오기 힘들고 안의 따뜻한 체온 역시 잘 잃지 않습니다. 그래서 추운 겨울 한 겹의 두꺼운 코트보다 얇은 옷을 여러 겹 입는 게 더 따뜻하지요. 창문의 유리도 잘 살펴보면 유리가 좁은 틈을 두고 두 겹으로 된 이중창을 볼 수 있는데 이것 또한 단열, 보온을 위한 것입니다.

### 확인학습 ....

- 폴리우레탄 폼이 부풀어 오를 때 어떤 현상이 일어났나요?  
원래 부피의 20배 ~ 최대100배 까지도 부풀어 오른다고 합니다. 부피의 증가와 함께 발열반응이 나타나 따뜻합니다.
- 완전히 부풀어 오른 뒤 표면을 관찰하고 만져봅시다. 어떤 특징이 있나요?  
표면에 거품이 굳어 만들어진 공기주머니가 보입니다. 굳은 뒤 만지면 단단하고 딱딱합니다. 무게는 아주 가볍습니다. 또한 머핀 주름지 모양대로 만들어지게 됩니다.
- 이런 특징을 이용하면 우리 생활 어느 곳에 사용할 수 있을까요?  
원리학습 참조

### 폴리우레탄 폼

분자구조내에 우레탄결합을 가지고 있는 고분자화합물로서 폴리올과 이소시아네이트를 주재료하여 발포제, 촉매제, 정포제, 기능성 첨가제등을 혼합 반응시켜 얻어지는 발포생성물로서 종류로는 경질, 반경질, 연질등으로 나누어지며, 플라스틱 및 고무 대체품목으로서 산업 전 분야에 널리 사용되고 있습니다.

폴리우레탄폼은 공사장에서 흔히 볼 수 있습니다. 주로 빈틈을 채우는데 사용하는데, 스프레이 형식으로 되어있어

빈틈에 뿌리면 시간이 지나 부풀어 올라 빈틈이 채워집니다.

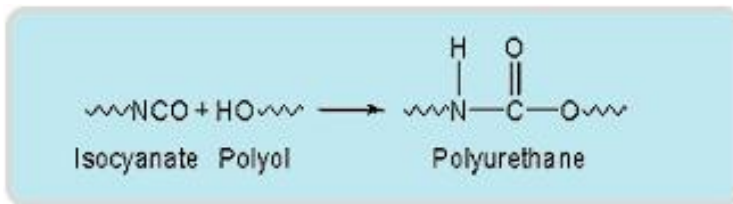
뿌릴 때는 거의 액체상태(거의 무스라고 생각하셔도)인데 시간이 지나면 부풀어 올라 고체(스티로폼 비슷하게)로 변하죠. 단열과 소음 차단 등에 어느 정도 효과도 있습니다.

문틀, 창틀의 벽돌사이 공간이나 천장 시공 시 생기는 빈틈 등 아주 다양하게 쓰입니다. 시공방법까지라고 말하기는 뭐하지만 채울 빈 공간에 있는 이물질(먼지, 물기 등)을 제거하고 빈 공간 둘레에 쪽 뿌려줍니다. 시간이 지나면 저절로 부풀어 올라 공간을 채웁니다.

그 시간이 대략 10~20분 정도 일 것입니다. 여기서 주의할 점은 절대 물기가 있어서는 안됩니다.

### 폴리우레탄 [polyurethane]

우레탄결합으로 결합되어 있는 고분자 화합물의 총칭.



제2차 세계대전 중에 합성섬유 페블론 U로서 처음 독일에서 만들어졌다. 알코올기(基) OH와 이소시아나기 NCO의 결합으로 우레탄결합이 만들어진다. 합성섬유(合成纖維)로 만들어지는 것은 탄성섬유(彈性纖維) 스판덱스이다. 그것은 페블론 U와 우레탄고무의 중간이라고도 할 수 있다.

우레탄계 합성고무에는 폴리에스테르계와 폴리에테르계가 있다. 폴리에스테르계는 프로필렌글리콜과 에틸렌글리콜을 아디프산과 반응시켜 폴리에스테르로 만들고, 양단에 OH기를 가진 분자량 3,000까지의 것을 나프탈렌-1, 5-디이소시아나산으로 우레탄화시킴과 동시에 고분자로 만든 것이다. 또 폴리에테르계는 산화프로필렌에 얼마간의 산화 에틸렌을 섞어서 먼저 폴리에테르로 하고, 그 양끝의 OH기를 톨루일렌디이소시아나산과 반응시켜 고분자량의 폴리우레탄으로 만든 것이다. 내오존성·내마모성이 좋은 합성고무가 되며, 자동차 타이어도 만든다. 가정에서 사용되는 침구 매트리스도 폴리에테르계 폴리우레탄에 기포가 들어 있는 우레탄폼이 이용된다.

### 우레탄폼 [polyurethane foam]

폴리우레탄이 뼈대인 다공(多孔)제품.

이소시아나산염화합물과 글리콜의 반응으로 얻어지는 폴리우레탄을 구성재료로 하고, 구성성분인 이소시아나산염과 다리결합제로 쓰는 물과의 반응으로 생기는 이산화탄소와 프레온과 같은 휘발성 용제(溶劑)를 발포제(發泡劑)로 섞어서 만드는 발포 제품을 일컫는다. 폼의 겉보기 밀도(bulk density)를 비교적 자유롭게 조절할 수 있으며, 아울러 어디에서나 현장에서 간단히 발포시킬 수 있다. 사용하는 원료 글리콜의 종류에 따라 폴리에테르 폼과 폴리에스테르 폼으로 나눌 수 있는데, 앞의 것은 유연성이 좋고 뒤의 것은 공업용 폼으로 쓰기에 알맞게 딱딱하다. 따라서 이와 같이 만들어지는 폼은 초연질(超軟質)·연질·반경질(半硬質)·경질 등의 여러 가지 굳기를 가진다.

초연질이나 연질 폼은 쿠션성(性)이 우수하여 이불·매트리스 따위에 이용되고, 경질 폼은 강성(剛性)이 있고 단열성(斷熱性)과 저온특성이 좋기 때문에 냉장고 단열재로 쓰이며, 반경질 폼은 충격흡수력이 좋아 자동차 내장재(內粧材)로 쓰인다. 폼 성형(成形) 방법으로는 원샷법(one-shot method)과 프리폴리머법(prepolymer process)의 2가지가 있다. 원샷법은 원료성분을 한꺼번에 전부 섞어 반응시켜 발포시키므로 경제적이어서, 연질폼은 대부분 이 방법으로 만들어진다. 프리폴리머법은 미리 글리콜의 일부와 디이소시아나산염을 반응시켜 프리폴리머(부분중합체)를 만들어 두고, 여기에다 나머지 글리콜·발포제·촉매 따위를 섞어 발포시키는 방법인데, 발포가 고르기 때문에 반경질 폼이나 경질 폼처럼 공업용으로 쓰이는, 품질을 중히 여기는 폼을 만드는 데 이 방법을 이용한다.