

## 지속가능성 학습 단원

“생태발자국- 세제의 생태 발자국에 영향을 미치는 것은 무엇일까요?”

### 교사를 위한 모듈

이 자료는 포셔월드 (Forscherwelt) 교육 이니셔티브에서 제공하는 초등학교 3, 4 학년들을 위한 1 주일 방학 강좌를 기반으로 합니다. 학생들의 워크시트를 보완하고 필요한 자료에 대한 추가 정보를 제공하고 있습니다.

교육내용과 프로그램은 헨켈의 지원을 받아 보훔 루르 대학교(the Ruhr University Bochum)의 화학 교육학 학장인 카트린 소머 (Prof. Dr. Katrin Sommer)박사의 지도하에 개발되었습니다.

아래 실험들은 초등학교 3, 4학년 학생들에게 적합합니다.

## 수업 소개

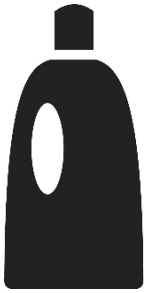
생태발자국, 전과정평가, 라이프사이클 분석, 탄소발자국은 모두 제품이 환경에 영향을 미치는 정도를 나타내기 위해 사용되는 용어들입니다. 물론 이 용어들이 사용되는 상황이나 유형에 있어서는 분명히 차이가 있습니다. 그러나 이들은 모두 원료에서 폐기까지 제품의 라이프 사이클을 고려한다는 점에서 공통점을 가집니다.

초등학생의 경우 전문용어의 정확한 정의나 과학적 계산법을 배우기 어렵습니다. 따라서 전문용어에 대한 자세한 분석 대신에 전체적인 제품의 라이프 사이클과 친환경 여부 평가 방법에 대해 전달하고자 합니다. 예를 들어, 전기자동차가 환경에 좋다는 것은 그 자체로는 사실이 아닙니다. 비효율적인 갈탄 화력 발전소의 전기로 전력을 공급하고 아동 노동으로 얻은 원자재라면 이는 환경에 이로운 것이 아니기 때문입니다.

이 강의에서는 세제의 라이프 사이클에 대해 안내합니다. 세제의 중요한 성분부터 친환경적 사용을 다루고 온실 효과 및 제품 포장에 대해 알아봅니다.

## 목차

- 1 계면활성제의 효과
- 2 정량의 중요성
- 3 물의 적정 온도는?
- 4 온실가스 효과와 CO<sub>2</sub>
- 5 포장재의 종류와 방법
- 6 다양한 종류의 플라스틱
- 7 수용성 필름-플라스틱 대체제?
- 8 수용성 필름 테스트



## 계면활성제의 효과

이 주제에 대한 소개 영상(영어)을 보기 위해서 [영상](#) 을 클릭하세요.

### 표면 장력을 변화시키는 계면 활성제

실험에 필요한 준비물

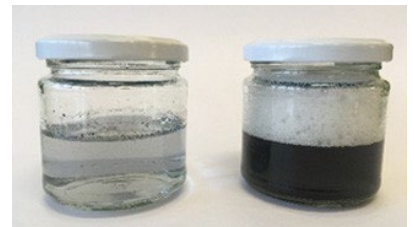
- 압정 세 개
- 작은 유리그릇 또는 비커
- 피펫
- 액체 계면활성제(예: 황산나트륨 라우릴 에테르, 대체 세제 사용 가능)



### 계면활성제와 물속 먼지 분포

실험에 필요한 준비물

- 돌려서 막는 통 2 개(빈 잼통)
- 피펫
- 숟 1 티스푼(예. 석탄 조각 가루)
- 액체 계면활성제(예: 황산 나트륨 라우릴 에테르, 대체 세제 사용 가능)



### 기름얼룩 씻어내기

실험에 필요한 준비물

- 돌려서 막는 통 2 개(빈 잼통)
- 피펫
- 올리브오일
- 천 2 개(약 5x5 cm)



## 정량의 중요성

환경을 위해선 꼭 필요한 만큼의 세제를 사용하는 것이 중요합니다. 올바른 세제 투입량은 물의 경도에 따라 달라집니다. 이는 주로 물의 칼슘 및 마그네슘 이온에 의해 결정됩니다. 이러한 미네랄은 세제에 함유된 계면활성제와 비누를 결합해 세탁을 방해합니다. 이것이 바로 경수에 세제를 넣으면 탁해지고 연수일 때보다 거품이 적게 생기는 이유입니다.

### 물의 종류

실험에 필요한 준비물

- 테이블스푼 2 개
- 성냥
- 양초
- 나무 클램프
- 물 샘플 2 개(a. 증류수, b. 경수)

. 학생들은 실험에 필요한 안전지침을 먼저 받아야 하며, 감독 없이 실험을 진행해서는 안 됩니다.

### 세제가 경수에 들어가면 무슨 일이 일어날까요?

실험에 필요한 준비물

- 1 L 비커 2 개
- 증류수 500 mL
- 경수 500 mL
- 액체 세제 20 mL
- 피펫 또는 소형 액량계
- 유리 막대



### 거품 내기

실험에 필요한 준비물

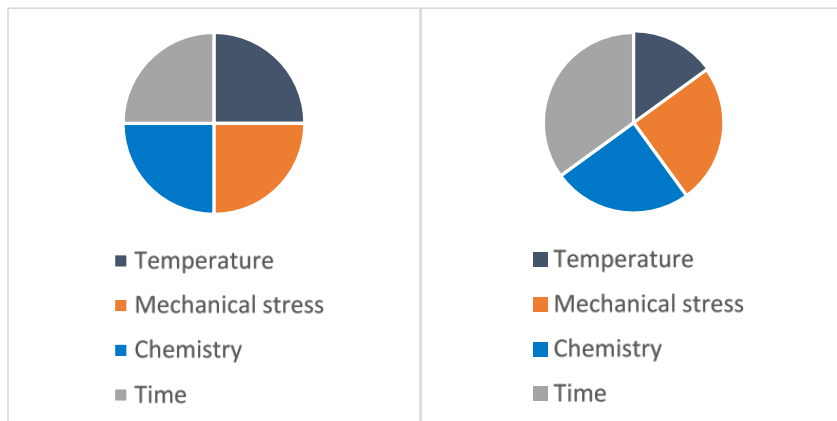
- 돌려 잠그는 1 L 페트병 2 개
- 깔때기
- 수불용성 펠트 펜
- 액량계 100 mL
- 경수 1 L 또는 증류수 1 L
- 액체 세제 5 mL

## 물의 적정 온도는?

이 주제에 대한 자세한 과학배경지식을 살펴보기 위해 [여기](#) (영어)를 클릭하세요.

세척의 성능은 기본적으로 세척 온도, 직물에 가해지는 기계적 응력, 화학적 성질(세제의 양과 품질) 및 시간에 따라 달라집니다. 이 상관관계는 이를 처음 발견한 전 헨켈 과학자인 Dr. Sinne(시너 박사)의 이름을 따서 "Sinner's circle(시너의 원)"이라고 부릅니다.

상관관계는 원형 다이어그램의 형태로 표시되기에 시너의 원으로 불립니다. 시너의 원은 매개 변수를 조절함으로써 성능을 유지할 수 있음을 보여줍니다. 예를 들어, 세탁 시간을 늘린다면 세탁 온도를 낮춰 성능을 유지할 수 있습니다.



시너의 원은 세탁 실험의 기본 원칙입니다. 실험을 통해 세제의 기본 성분과 물의 적적량도 배울 수 있습니다.

## 천 오염시키기

실험에 필요한 준비물

- 흰 천 조각(약. 30 cm x 30 cm)
- 비트 주스 5 mL
- 코코아 5 mL
- 액체 세제 20 mL
- 케첩 1 스푼

## 세탁 실험실

실험에 필요한 준비물

- 1 L 비커 1 개
- 자석 교반기(수동으로 섞어도 됨)
- 피펫
- 액체 세제 5 mL
- 온도계
- 물

여러 그룹으로 나눠서 세척 실험을 진행해 주세요. 가능하면 적어도 두 그룹은 동일한 조건에서 세탁 실험을 진행해 주세요.

세 가지 유형의 오염물질은 서로 다른 범주에 속합니다. 비트 주스는 “표백 가능한” 오염물질이며, 단백질이 함유된 코코아와 탄수화물이 함유된 케첩은 세제의 도움이 필요합니다.

이 실험을 통해 마시는 초콜릿은 60 °C 보다 낮은 온도에서 더 잘 세척된다는 것을 알 수 있습니다. 고온은 단백질이 함유된 얼룩과 세제 효소에 모두 부정적인 영향을 미칠 수 있기 때문입니다.

이 실험의 결론은 낮은 온도에서 세척할 때 상당한 양의 에너지를 절약할 수 있고 더 깨끗하게 세척할 수 있다는 것입니다.

## 온실가스 효과와 CO<sub>2</sub>

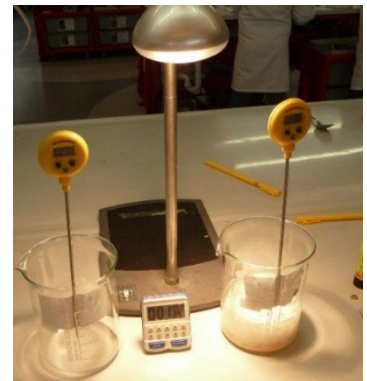
온실 효과는 지구 대기의 소위 온실가스가 태양의 열을 가둘 때 발생합니다.

이산화탄소(CO<sub>2</sub>)는 가장 잘 알려진 온실 가스입니다. 이는 열 복사를 만드는 햇빛의 파장을 흡수합니다. 따라서 이산화탄소를 많이 포함하는 대기는 이산화탄소를 적게 포함하는 대기보다 더 많은 열 복사를 흡수해 더 빨리 가열됩니다.

이 현상은 간단한 실험으로 증명할 수 있습니다. 이를 위해서는 두 개의 대기를 나타내는 두 개의 용기(비커)가 필요합니다. 하나의 용기에는 많은 이산화탄소가 있어야 하고 다른 하나에는 적은 양의 이산화탄소가 들어 있어야 합니다. 라임에 식초를 첨가하여 용기 안에 이산화탄소를 만들어 줍니다. 이산화탄소는 일반 대기보다 무거워 용기의 아랫부분에 집중되어 있습니다.

### 시험에 필요한 준비물

- 2 L 비커 2 개
- 디지털 온도계 (정확도 0.1°C) 2 개
- 250W 열전등이 있는 램프 가리개 1 개
- 램프 고정용 클램프가 있는 삼각대 1 개
- 덕트 테이프
- 스톱워치
- 라임 분말 10g
- 가정용 식초 50 mL (산 5~6%)



가능한 한 정확한 효과를 측정하기 위해선 장비를 설치할 때 아래의 몇 가지 사항을 고려해야 합니다 :

- 장비를 대칭으로 설치해야 합니다. 즉, 용기와 램프의 거리가 동일해야 합니다.
- 두 용기의 처음 온도는 최대한 비슷해야 합니다. 물체가 실내 온도에 적응할 시간을 갖도록 하루 전에 장비를 준비함으로써 이를 달성할 수 있습니다.
- 장비는 가능한 한 바람으로부터 영향을 받지 않는 위치에 배치되어야 합니다. 실내의 통풍(예: 에어컨)은 정확한 측정을 방해합니다.

온실효과에 대한 영상 [Greenhouse effect \(in a bottle\) explained](#) (영어)을 시청해 보세요.



## 포장재의 종류와 방법

사람들은 일반적으로 포장재로서 플라스틱은 나쁘고 유리는 좋다고 생각합니다. 그러나 플라스틱에는 나쁜 특성만 있는 것은 아닙니다.

이 수업에서는 5 가지 다른 포장 재료와 그 속성을 비교할 것입니다. 특성은 재료의 유형과 재활용 가능 여부에 따라 결정됩니다.

### 실험 준비

실험에 필요한 준비물(한 그룹당)

- 나무, 유리, 판지, 플라스틱, 금속 등으로 만들어진 다섯 개의 다른 용기

실험에 필요한 준비물(한 그룹당)

- 동전 2-3 개
- 작은 나무 조각 2-3 개(예. 감자튀김용 나무 포크)
- 유리 구슬 2-3 개(예. 수공예 용품)
- 판지 2-3 장
- 작게 자른 플라스틱 패키지(다양한 종류) 2-3 개

## 다양한 종류의 플라스틱

용도에 따라 포장에 사용되는 플라스틱의 종류는 다릅니다. 이를 최대한 재활용하기 위해서는 재활용 과정에서 다른 플라스틱의 종류들을 서로 분리해야 합니다. 분리 작업을 통해 재료가 다양하게 활용될 수 있습니다.

이 수업에서 아이들은 가장 널리 알려진 플라스틱의 종류와 이에 대한 기호를 배울 것입니다. 나아가 물에 뜨고 가라앉는 플라스틱을 관찰하고 플라스틱 분리에 있어 이를 활용하는 방법에 대해서도 배울 것입니다.

### 플라스틱의 다양한 종류에 대해 알아보세요.

[여기](#) (영어)를 클릭해 재활용 코드에 대한 전체적 개요를 알아보세요.

#### 실험에 필요한 준비물

- 다양한 유형의 플라스틱 빈 패키지 5-6 개

#### 물에 뜨거나 가라앉는 플라스틱 종류 알아보기

##### 실험에 필요한 준비물

- 비커 250 mL 또는 대형 유리 잔 1 개
- 다양한 플라스틱 재료(PE, PS, PVC, PET)로 만든 작은 플라스틱 조각

#### 플라스틱 분리를 위한 플라스틱 종류 알아보기

##### 실험에 필요한 준비물

- 1 비커 250 mL 또는 대형 유리 잔 1 개
- 다양한 플라스틱 재료(PE, PS, PVC, PET)로 만든 작은 플라스틱 조각
- 식염
- 숟가락 또는 티스푼

#### 플라스틱 분리를 통해 배운 지식 적용하기

##### 실험에 필요한 준비물

- 비커 250 mL 또는 대형 유리 잔 1 개
- 다양한 플라스틱 재료(PE, PS, PVC, PET)로 만든 작은 플라스틱 조각
- 식염
- 숟가락 또는 티스푼

## 수용성 필름-플라스틱 대체제로 사용 가능할까?

어떤 상황에서는 수용성 필름을 플라스틱 포장재의 대체품으로 사용될 수 있습니다. 예를 들어, 식기 세척기 정제나 세제 포드는 폴리 비닐알코올 필름으로 제공됩니다. 전분 기반 포장재도 운송 중 깨지기 쉬운 물체를 보호하기 위한 포장재로 사용되고 있습니다.

### 수용성 전분 필름

실험에 필요한 준비물

- 옥수수 전분 약 5 g
- 기세린
- 비커 250 mL 1 개
- 자기 가열 교반기 또는 핫플레이트
- 교반용 유리 막대
- 눈금 실린더
- 플라스틱 뚜껑
- 저울
- 스패툴라



### 수용성 PVA 필름

실험에 필요한 준비물

- 폴리비닐 알코올 10 g (MW 70,000)
- 기세린
- 비커 250 mL 1 개
- 자기 가열 교반기 또는 핫플레이트
- 핸드블랜더
- 저울
- 스패툴라
- 눈금실린더
- 플라스틱 뚜껑



두 가지 혼합물을 플라스틱 뚜껑에 도포한 후 건조하는 데 하루 정도가 필요합니다.

## 수용성 필름 테스트

이전 수업에서 제작한 수용성 필름을 살펴봅시다. 이를 확인하기 위해 필름을 플라스틱 뚜껑에서 조심스럽게 떼어내 주세요.

### 전분 필름과 PVA 필름 비교하기

실험에 필요한 준비물

- 자체제작 필름
- 작은 비커
- 교반용 유리 막대

### PE 와 PVA 비교하기

실험에 필요한 준비물

- PE (폴리에틸렌) 재질의 비닐봉지
- PVA 가방 (뉘시 용품)
- 핀셋
- 피펫
- 플라스틱 그릇
- 비커
- 농축 식염 용액
- 액체 세제



## Links

- <https://www.cleanright.eu/en/laundry-room.html>
- <https://www.youtube.com/watch?v=6xINyWpP8>
- <https://www.york.ac.uk/res/sots/activities/soapysci.htm>
- [https://www.youtube.com/watch?v=cYOC8\\_jJclI](https://www.youtube.com/watch?v=cYOC8_jJclI)