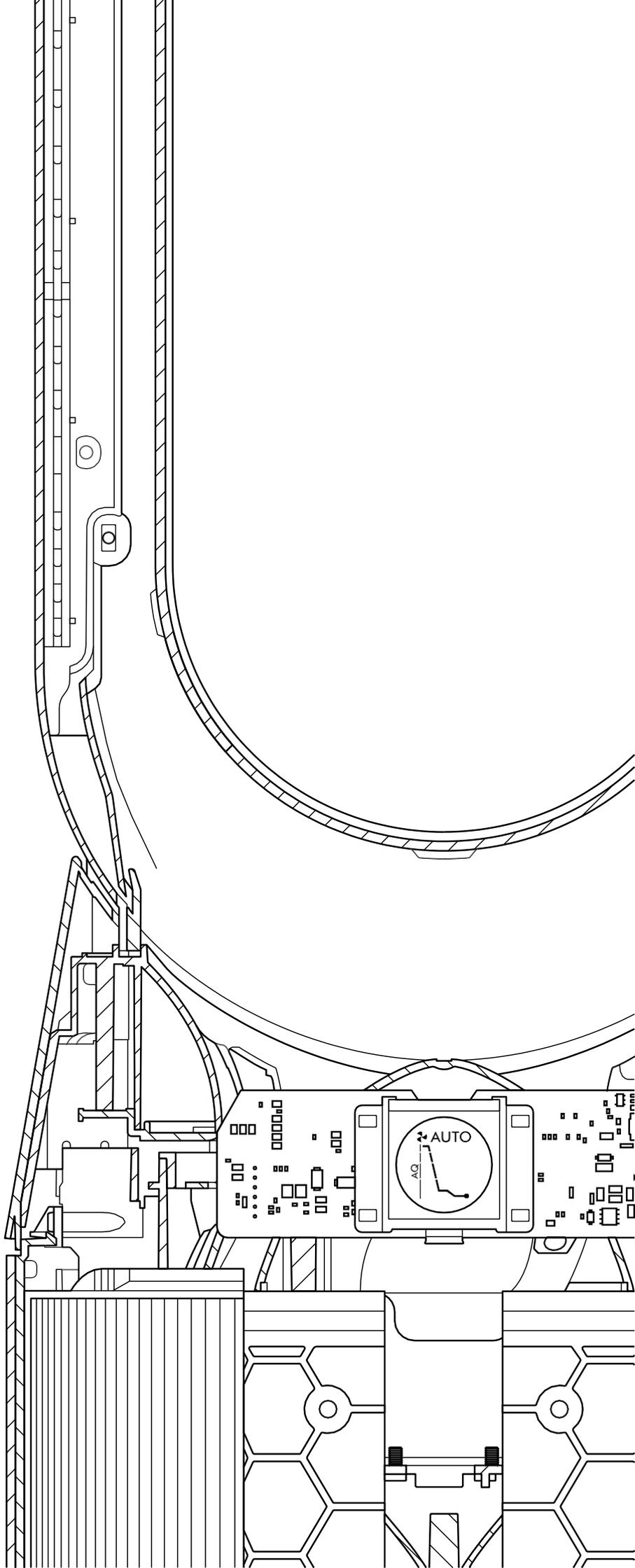


THE  
JAMES  
DYSON  
FOUNDATION

# 교사 강의자료

초등생 저학년 대상

엔지니어링 솔루션:  
대기오염



## 소개

본 교사 강의자료는 학생들에게 엔지니어링을 소개하고, 대기오염 문제를 중심으로 엔지니어들이 글로벌 과제를 해결하는 방법을 살펴본다. 학생들은 다섯 차례의 수업에 걸쳐 대기오염의 정의를 비롯해 다이슨 퓨어쿨™ 공기청정기가 실내 공기 오염을 해결하는 방식을 배울 것이다. 학생들은 대기오염에 직접 노출될 수 있다는 사실을 인지하고 교과 과정에 따라 환경 문제에 대한 솔루션을 찾아가는 활동을 하게 될 것이다. 해당 자료는 초등생 저학년의 과학, 디자인 및 기술 교과 과정을 모두 상호 보완할 수 있도록 제작되었다.

**해당 수업 계획을 따라가면, 학생들은 다음과 같은 내용을 학습하게 된다:**

대기오염 및 대기오염의 글로벌 원인에 대해 학습

대기오염에 직접 노출될 수 있음을 인지

다이슨 퓨어쿨™ 공기청정기 분석

대기오염 문제에 대한 솔루션을 직접 설계, 제작 및 평가

참고로 각 수업은 1시간 분량이지만 전체 수업 시간표에 맞게 조정할 수 있다. 예를 들어 도입 또는 마무리 활동을 생략하여 각 섹션의 소요 시간을 1시간 미만으로 단축할 수 있다. 시간이 제한되어 있을 경우 각 섹션을 따로 지도하는 것도 가능하다.

동영상과 포스터는 다음 웹사이트에서 확인할 수 있다:

[www.jamesdysonfoundation.co.uk](http://www.jamesdysonfoundation.co.uk)

---

## 목차

---

<b>섹션 01: 감지</b>	<b>04</b>
대기오염에 대한 이해	05
사례 연구: 브리드 런던(Breathe London) 프로젝트 연구	11
수업 01: 대기오염과 원인	13
수업 02: 공기 질 모니터링	16
<b>섹션 02: 포착</b>	<b>18</b>
제품 분석: 다이슨 퓨어쿨™ 공기청정기	19
수업 03: 대기오염 물질 포착	23
<b>섹션 03: 솔루션</b>	<b>26</b>
디자인 과정	27
수업 04: 대기오염에 대한 솔루션 기획	32
수업 05: 대기오염에 대한 솔루션 설계	34
<b>워크시트</b>	<b>36</b>
워크시트 01: 학교 가는 길	36
워크시트 02: 사양서	38

### 인쇄 전 주의사항

상기 명시되어 있는 수업 계획과 워크시트는 별도 페이지에 포함되어 있으므로 문서 전체를 인쇄할 필요가 없다.

# 섹션 01: 감지

학생들은 대기오염의 정의와 대기오염을 유발하는 전 세계적인 원인이 무엇인지에 대해 학습한다. 센서를 이용해 공기 질을 모니터링할 수 있다는 것을 이해하고 등곳길에 대기오염에 대한 노출을 줄이기 위한 방법에 대해 알아본다.

# 대기오염에 대한 이해

## 대기오염

대기오염은 자연과 인간이 만든 다양한 원천에서 비롯된 미세입자와 가스가 공기 중에 쌓이면서 발생한다. 이는 오늘날 전 세계가 안고 있는 주요 문제 중 하나이다. 전 세계 인구의 91%가 세계보건기구(WHO)는 권장하는 공기 질 수준에 미치지 못하는 곳에서 살고 있다.<sup>1</sup>

## 가스 오염

우리 주변의 공기는 대부분 가스(기체)로 이루어져 있다. 질소 78%, 산소 21%로 이루어져 있으며 나머지는 아르곤, 이산화탄소 및 기타 소량의 가스로 이루어져 있는데, 우리가 숨을 쉴 때 모두 폐로 들어간다. 산소는 인간의 생존에 필수적이지만, 그 외 오염된 가스는 인체에 해로운 영향을 끼칠 수 있다.

## 미세입자 오염

공기에는 미세한 입자도 포함되어 있는데 우리는 매일 수백만 개의 입자를 들이마신다. 입자는 100만분의 1미터인 마이크론( $\mu\text{m}$ )으로 측정되는 작은 크기의 조각으로, 크기와 모양 및 구성이 제각각이다. 미세입자는 공기 중에 떠다니는 고체와 액체 입자의 혼합물로, 대기오염의 한 형태이다.



등굣길의 대기오염  
나이지리아

Pius Utomi Ekpei/AFP, 게티이미지 제공

<sup>1</sup>세계보건기구, <https://www.who.int/airpollution/ambient/en/>

# 대기오염 발생 원인: 자연적 요인

## 날씨

기온, 강우, 그리고 바람은 모두 대기오염에 영향을 미친다. 예를 들어, 습도가 높고 바람이 잦은 날씨에는 공기 중의 오염물질이 씻겨 나가거나 다른 곳으로 이동하게 되므로 특정 지역의 대기오염이 줄어든다. 반면, 건조하고 바람이 강하지 않은 날씨에는 공기의 흐름이 정체되어 오염물질이 공기 중에 머무를 수 있다. 즉, 산골 마을과 같은 내륙 지방에서는 오염물질이 대기 중에 쌓일 수 있다.

## 사막 먼지 폭풍

사막 먼지는 사하라 사막, 호주 동부, 고비 사막 등 세계 곳곳의 건조 지대와 반건조 지대의 표면에서 발생한다. 강풍이 불면 지표면에 있던 먼지 입자가 대기 중으로 올라가면서 먼지 폭풍이 발생한다. 먼지 폭풍은 바람에 의해 수천 킬로미터를 이동할 수 있으며 그 과정에서 인공 오염물질과 결합될 수 있다. 이와 같은 방식으로 사막 먼지는 사막이 없는 주변 일부 지역에도 대기오염을 일으킬 수 있다.

## 화산

화산 폭발이 발생하면 화산재가 대기 중에 방출된다. 화산재는 바람을 타고 화산에서 수천 킬로미터 떨어진 곳까지 운반될 수 있다. 일례로 2010년에 아이슬란드에서 에이야프랴틀라이외쿠틀 화산이 폭발했는데, 당시 화산재의 절반가량이 유럽과 북대서양 전역까지 퍼졌다. 그리고 폭발로 인해 피해 지역의 항공 운행이 며칠간 중단되었다.

## 산불

산불은 전 세계 전역에서 발생하며 엄청난 수준의 공해를 일으킨다. 이러한 화재 사고는 기온과 강수량의 변화로 인해 발생률과 심각성이 전 세계적으로 커지고 있으며, 이로 인해 화재 기간이 길어지고 전소되는 면적도 넓어지고 있다. 산불 연기는 이산화질소(NO2), 일산화탄소(CO), 오존(O3), 휘발성 유기 화합물(VOC)로 이루어진 복합 혼합물인데, 이러한 물질은 나무, 마른 낙엽, 쓰레기, 심지어 지역 주택에 이르기까지 매우 다양한 연료원이 불타면서 발생한다. 이러한 산불은 기후가 건조한 캘리포니아 지역에서 주로 발생하며 해당 지역에서는 번개 등의 자연 현상이나 캠프파이어와 같은 인적 요인에 의한 화재도 발생하기 쉽다. 산불에서 발생하는 연기 역시 바람을 타고 멀리 날아가 인근 지역의 공기를 오염시킨다.



화산 폭발  
에이아프랴틀라이외쿠틀, 아이슬란드



## 대기오염 발생 원인: 인적 요인



### 교통

도로 교통은 도시 대기오염의 주요 요인 중 하나이다. 자동차의 배기가스는 독성 물질로 덮인 유독 가스와 매연 입자를 공기 중에 방출한다. 그 중에서도 고농도의 오염 물질을 생성하는 디젤 차량이 특히 유해하다. 대기오염은 도로 표면에서 올라오는 먼지뿐만 아니라 브레이크와 타이어에서 떨어져 나오는 작은 금속 조각과 고무 조각에 의해서도 발생한다. 이러한 조각들은 차량의 움직임으로 공중으로 흩날리기도 한다.

### 에너지 발전

가정에서 사용하는 전기는 대부분이 석탄, 석유, 가스와 나무를 태우는 발전소에서 나온다. 이러한 과정에서 상당한 양의 유해한 가스 오염물질이 대기 중으로 방출된다.

### 산업 공정

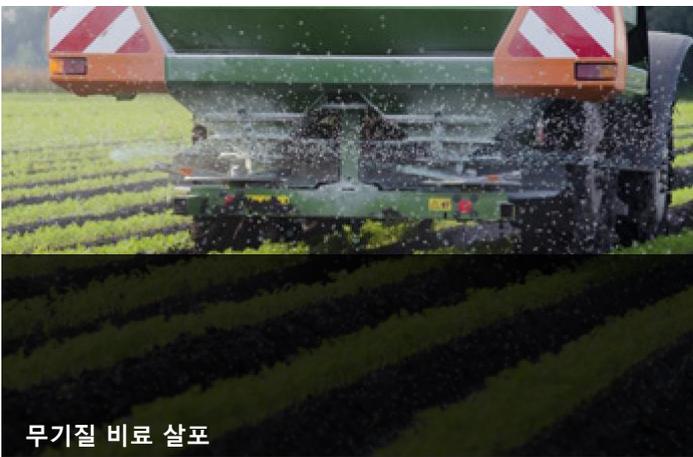
시멘트, 철, 강철, 유리 및 종이 생산과 같은 산업 공정은 대기오염을 일으킨다. 산업과 공장이 많은 지역은 대기오염 수준이 높다.

### 도시화

도시 지역, 특히 대도시는 많은 인구와 교통, 산업으로 인해 농촌 지역보다 대부분 대기오염 수준이 높다. 도쿄나 상하이, 델리와 같은 대도시의 경우 대기오염 문제가 심각하다. 오염 물질은 이처럼 인구 밀도가 높은 지역에 쌓이며, 보통 대기 위에 갈색 안개가 낀 것처럼 보인다. 농촌 지역은 대체로 탁 트여 있고 바람이 많이 불기 때문에 오염물질이 흩날리기 쉬우며 따라서, 도시 지역보다 공기 질의 상태가 좋은 편이다.

### 가정용품

실내 공기 질이 실외 공기 질보다 좋지 않을 수 있다는 연구 결과가 나왔다.<sup>2</sup> 실내 대기 오염 물질은 건축 자재, 청소용품, 가구, 반려동물, 양초, 식물, 에어로졸 제품 등의 생활용품에서 배출된다. 이 외에도 난방이나 요리 과정에서도 배출된다. 실외 공기 오염 물질도 환풍기와 출입문 및 창문을 통해 실내로 유입된 후 빠져나가지 못하고 갇힐 수 있다.



## 대기오염의 영향 및 해결이 어려운 이유

### 건강

대기오염은 코, 눈 또는 목 염증, 기침, 흉부 압박, 호흡 곤란, 폐 기능 저하 또는 천식 발작 등 다양한 형태로 인체에 영향을 끼친다. 어떤 사람들은 대기오염에 영향을 크게 받기도 한다.

### 환경

대기오염은 산성비, 토양 고갈, 산림과 농작물 피해, 가시성 저하, 건물 손상, 기후변화 등 환경에도 부정적인 영향을 미칠 수 있다.

대기오염은 해결하기 어려운 문제로, 그 이유는 다음과 같다.

대기오염을 유발하는 대부분의 물질은 육안으로 볼 수 없는 매우 작은 입자로 이루어져 있기 때문에 대체로 보이지 않는 문제이다.

현대인들은 화석 연료를 이용해 자동차를 운전하고 가정에서 난방 시스템을 이용하는 등 대기 오염에 일조하는 방식으로 살아가고 있다.

대기 오염은 갖가지 요인에 의해 발생하는 전 세계적인 문제로, 그 규모와 심각성이 지역마다 다양하다.

그러나 엔지니어들은 이 문제를 해결할 수 있는 기술과 지식을 갖고 있다.



베이징의 대기오염  
중국

# 사례 연구: 브리드 런던 프로젝트 연구

다이슨은 2009년부터 공기 질을 감지하는 기술이 적용된 기기를 개발해왔다. 이러한 장치는 공기 질 수준을 측정하여 보이지 않는 대기 오염 물질을 데이터를 통해 보여준다. 다이슨 엔지니어들은 이 기술에 대한 지식을 바탕으로 웨어러블 공기 질 센서를 개발했다. 이 센서는 브리드 런던 프로젝트 연구에서 학생들이 등하곳길에 들이마시는 공기의 질을 모니터링하는 데 사용되었다. 런던 내 5개 초등학교에 걸쳐 250명의 학생이 이 연구에 참여했다.

참여 학생들마다 웨어러블 공기 질 센서와 GPS가 내장되어 있는 배낭을 메고 다녔다. 이 센서는 학생들이 일주일간 등하교하면서 노출된 미세먼질과 이산화질소(NO<sub>2</sub>) 수준을 측정했다. 그리고 알고리즘이 센서에서 수집된 정보를 처리했다. 킹스 칼리지 런던의 연구원들은 이 데이터를 사용하여 공기 질이 좋은 지역과 나쁜 지역을 식별해 지도를 만들었다.

이러한 방식으로 공기 질을 모니터링하는 것은 일상적으로 노출되는 대기오염에 대한 사람들의 인식을 제고하고 긍정적인 행동 변화를 유도해 오염 물질에 대한 노출을 줄일 수 있다. 일례로 이번 연구에 참여한 학생들은 등곳길에 차량 배기가스에서 나오는 고농도의 오염 물질을 피하기 위해 혼잡한 대로변 대신 갓길로 다녔다.

브리드 런던 프로젝트 연구에 대한 자세한 내용은 다음 웹사이트 참조

[www.breathelondon.org](http://www.breathelondon.org)



브리드 런던 프로젝트에  
사용된 배낭에 탑재된 the Breathe  
London wearable sensor  
센서의 모습



브리드 런던 프로젝트  
연구에 참여하고 있는  
학생들

# 수업 01

## 대기오염과 그 요인

수업 시간: 1시간

### 학습 목표

1. 대기오염의 요인과 유형을 이해한다.
2. 대기오염이 다양한 크기의 입자로 이루어져 있음을 이해한다.
3. 대기오염이 건강과 환경에 미치는 영향에 대해 살펴본다.
4. 대기오염 문제 해결에 따른 몇 가지 과제를 살펴본다.

### 활동 결과

대기오염의 자연적/인적 요인에 대한 수업 활동  
 대기오염이 인체에 미치는 영향에 관한 활동  
 대기오염이 건강과 환경에 미치는 영향을 검토  
 대기오염 문제 해결의 어려움에 관해 토의

### 준비물:

펜과 연필  
 종이  
 칠판

포스터: 대기오염의 요인  
 포스터: 대기오염 확대 사진  
 포스터: 대기오염 물질의 크기

도입: 10분  
 대기오염 소개

학습 목표	활동
1	<p>대기오염이 모두에게 영향을 미치는 전 세계적인 문제임을 설명한다. 엔지니어들은 이러한 문제를 해결할 수 있는 기술과 지식을 보유하고 있다. 그러나 엔지니어들은 대기오염을 해결하려 하기 전에 먼저 문제를 자세히 이해해야 한다.</p> <p>이번 수업에서는 학생들에게 다음 회차 수업에서 실현 가능한 솔루션을 설계할 수 있도록 직접 엔지니어가 되어보고, 대기오염의 의미에 대해 배우게 될 것이라고 설명한다.</p>

학습 목표	활동
1	<p>공기가 인간의 삶에 중요한 이유에 대해 학급 토의를 진행한다. 대기오염이 무엇이라고 생각하는지 학급 전체에게 물어본다.</p> <p>요점을 정리하여 칠판에 적는다.</p> <p>대기오염은 대기 중에 떠도는 입자와 가스의 혼합물로, 들이마실 경우 인체에 해를 끼칠 수 있다고 설명한다.</p>

본론: 45분

대기오염의 요인과 유형에 대해 이해하기

학습 목표	활동
1	<p>학생 전원에게 대기오염의 요인을 최대한 많이 찾아보게 한다. 학생들의 답안을 칠판에 적는다.</p> <p>화석연료로 움직이는 자동차처럼 인간의 활동에서 비롯된 산물이 인적 대기오염이라는 점에 주목하여 대기오염의 자연적 요인과 인적 요인 간의 차이를 설명한다.</p> <p>학생들에게 대기오염의 요인을 자연적 요인과 인적 요인의 두 가지 항목으로 나누어 적도록 지시한다.</p> <p><b>포스터: 대기오염의 요인</b>을 보여주고 학생들이 아직 찾아내지 못한 다른 요인을 강조한다. 학생들을 놀라게 한 요인이 있었는가?</p> <p>이제 대기오염을 구성하는 물질에 대해 자세히 알아볼 것이라고 설명한다.</p>
2	<p><b>포스터: 대기오염 물질의 크기</b>를 보여준다.</p> <p>대기오염에는 미세 물질 오염과 가스 오염의 두 가지 유형이 있다고 설명한다.</p> <p>가스 오염은 양이 많을 경우 유해할 수 있는 다양한 유형의 기체들로 이루어져 있다.</p> <p>미세 물질 오염은 공기 중에 떠다니는 수많은 작은 입자들로 이루어져 있다.</p> <p>대기오염 입자는 대체로 사람의 머리카락 한 가닥보다 훨씬 작은 크기라고 설명한다.</p> <p><b>포스터: 대기오염 확대 사진</b>을 보여주며 오염 물질이 매우 작기 때문에 육안으로 볼 수 없다고 설명한다. 입자의 크기와 모양을 보고 무엇을 알게 되었는지 학생들에게 질문한다.</p> <p>입자의 크기가 다양하다는 것을 인지해야 한다.</p>

세션 01. 가지

3

다음 활동을 통해 대기오염이 어떻게 호흡을  
저해할 수 있는지 보여줄 수 있다.

- 학생들에게 대기오염이 건강과 환경에 어떤 영향을 미칠 수 있는지 서로 논의하도록 지시한다.
- 학생들을 세 그룹으로 나누고, 각 그룹에 오염 물질, 산소, 인체 역할 배정한다.
- 교실에 폐를 나타내는 구역을 표시한다.
- 인체를 나타내는 학생들에게 폐에서 수 미터 떨어진 곳으로 이동하도록 지시한다. 산소를 나타내는 학생들은 폐를 통과한 후 인체를 나타내는 학생들을 휘감아 둔 뒤, 폐를 통과해 처음 위치로 되돌아가야 한다.
- 이는 우리가 숨을 들이마실 때 산소가 유입되어 다른 부위를 거쳐 폐로 되돌아온 후 신체 밖으로 빠져나가는 일련의 과정을 보여준다.
- 산소 분자를 맡은 각 학생에게 오염 물질을 맡은 학생과 짝을 이루도록 지시한다. 학생들은 짝을 지어 여정을 반복해야 하지만, 산소 분자를 맡은 학생이 인체를 거쳐 폐 바깥으로 나가는 여정을 계속하는 동안 오염 물질을 맡은 학생은 매번 폐에 남아있어야 한다.
- 증가하는 오염 물질 입자가 몸에 드나 드려서 산소 분자에 어떤 영향을 미치는지 학생들에게 질문한다.

마무리: 5분

### 대기오염의 과제 이해하기

학습 목표	활동
4	<p>대기오염이 해결하기 어려운 문제인 이유를 학생 전원과 논의하며 다음과 같은 내용을 파악한다.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 보이지 않는 특성</li><li>- 인간의 생활 방식 - 대부분의 사람이 자동차나 난방 등 대기오염을 유발하는 것에 의존한다.</li><li>- 문제의 규모</li></ul>

## 수업 02 공기 질 모니터링

수업 시간: 1시간

### 학습 목표

1. 대기오염 노출에 대해 살펴본다.

### 활동 결과

워크시트 01: 학교 가는 길 작성 완료

등굣길에 대기오염에 대한 노출을 줄일 수 있는 방법에 대해 검토

### 준비물:

펜과 연필

종이

철판

워크시트 01: 학교 가는 길

[선택사항] 조사를 위한 컴퓨터

동영상: 브리드 런던

[선택사항] 빨강, 오렌지, 초록색 색연필

도입: 5분

보이지 않는 것을 보이게 하기

학습 목표	활동
1	<p>대기오염은 눈에 보이지 않기 때문에 우리가 노출되었을 때 그것을 인지하기 어렵다는 것을 설명한다.</p> <p>이로 인해 엔지니어가 대기오염을 해결하기가 더 어려워진다고 설명한다.</p> <p>엔지니어가 대기오염을 눈으로 보기 위해 무엇이 필요할지 학급 전체에게 질문한다.</p>

본론: 45분  
공기 질 모니터링

학습 목표	활동
1	<p><b>동영상 시청: 브리드 런던.</b></p> <p>배낭 안에 넣을 수 있는 공기 질 모니터링 센서를 개발한 덕분에 다이슨 엔지니어들이 등갓길의 대기오염을 시각화할 수 있었다고 학생들에게 설명한다.</p> <p>이제 본인의 등갓길에서 노출되는 대기오염에 대해 고민해보게 될 것이라고 학생들에게 설명한다.</p> <p>학생들에게 <b>워크시트 01: 학교 가는 길</b>을 작성하도록 지시한다.</p> <p>지난번 수업에서 배웠던 대기오염의 요인을 떠올려 대기오염에 노출될 만한 장소에 동그라미를 그리도록 지시한다.</p> <p><b>[선택사항] 이 활동을 확장하여 학생들에게 대기 오염 데이터를 시각화하는 도구로서 히트맵(heat maps)에 대해 가르칠 수 있다.</b></p> <p>학생들에게 각각 빨강, 오렌지, 초록색 색연필을 나눠준다.</p> <p>노출되는 대기오염 수준이 높아 보이는 곳은 빨간색, 중간 수준은 주황색, 낮은 곳은 초록색으로 색칠해야 한다. 대기오염에 대해 보다 쉽게 이해할 수 있도록 대기오염 수치와 같은, 대기오염의 정도를 시각적으로 나타낼 수 있는 데이터를 표현하는 방식인 히트맵(heat maps)을 만들고 있다고 학생들에게 설명한다.</p>

마무리: 10분  
행동하기

학습 목표	활동
1	<p>학생들을 짝을 지어 나눈다. 학생들에게 등갓길에서 대기오염에 대한 노출을 줄이기 위해 어떤 활동을 할 수 있는지 생각해보도록 지시한다.</p> <p>필요할 경우 다음과 같은 사항을 제시한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교통 수단</li> <li>- 경로 선택</li> </ul> <p>각 학생들에게 나머지 학생들에게 피드백을 주고 칠판에 행동 목록을 적도록 지시한다. 작은 활동이라도 대기오염에 대한 노출을 줄이는 데 도움을 줄 수 있다고 설명한다.</p>

## 섹션 02: 포착

학생들은 다이슨 엔지니어들이  
실내 공기 오염 문제를 해결하기  
위해 다이슨 퓨어쿨™  
공기청정기를 개발하게 된  
과정과 필터가 대기 오염 물질을  
포착하는 방식, 그리고 반복  
설계 과정에 대해 배우게 된다.

## 제품 분석: 다이슨 퓨어쿨™ 공기청정기

다이슨 엔지니어들은 실내 공기 오염 문제를 해결하기 위해 다이슨 퓨어쿨™ 공기청정기를 개발했다. 이 제품을 개발할 때, 다이슨 엔지니어들은 공기청정기가 갖춰야 할 세 가지 주요 기능을 정립했다.

1. 공기 질 모니터링
2. 대기오염 물질 포착
3. 깨끗한 공기 분사

### 공기 질 모니터링

다이슨 퓨어쿨™ 공기청정기는 입자 및 가스 센서를 사용하여 대기오염을 자동으로 감지한다. 이러한 센서에서 수집된 데이터는 제품을 가동하고 실내 오염 수준을 낮게 유지하는 데 사용된다.

### 입자 센서

입자 센서는 공기를 작은 방으로 끌어들이고 레이저를 사용해 공기 중의 미세물질 농도를 감지한다. 이 센서는 사람의 머리카락 너비보다 작은 크기의 입자를 감지할 수 있다.

### 가스 센서

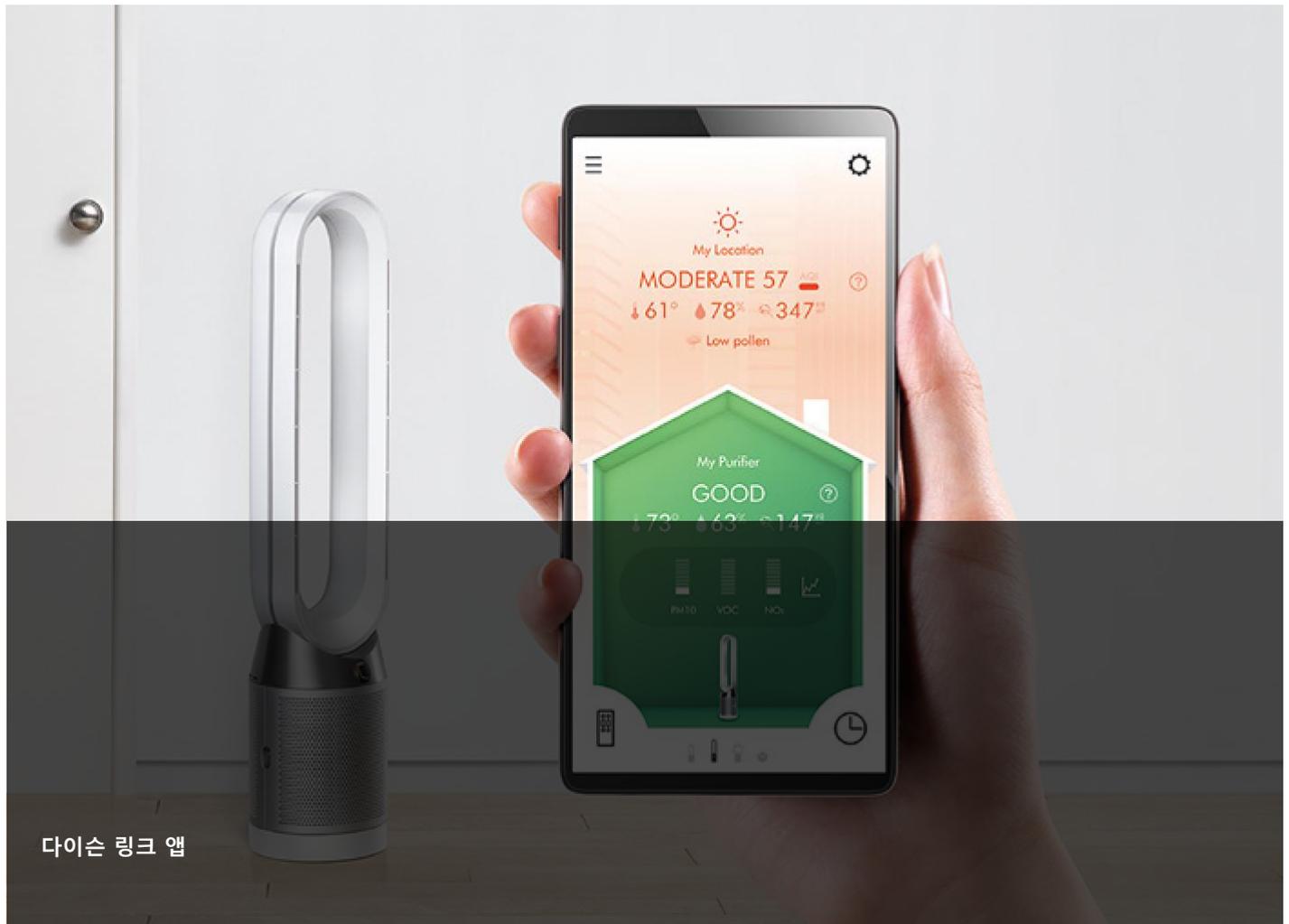
가스 센서는 공기 중의 이산화질소(NO<sub>2</sub>)와 같은 휘발성 유기 화합물(VOC)과 가스를 감지한다.



다이슨 퓨어쿨™ 공기청정기에 탑재된 공기 질 센서

## 제품 분석: 공기 질 전달

다이슨 퓨어쿨™ 공기청정기의 센서를 통해 수집되는 정보는 공기청정기의 LCD 화면과 스마트폰에서 다운로드할 수 있는 다이슨 링크 앱으로도 전송된다. 사용자는 화면과 앱에 표시된 대기오염의 유형과 농도를 보고 실내 공기 질을 모니터링할 수 있다. 또한, 앱으로 공기청정기의 가동 시간을 설정할 수 있으며 필터의 수명을 모니터링 할 수 있다.



## 제품 분석: 오염 물질 포착

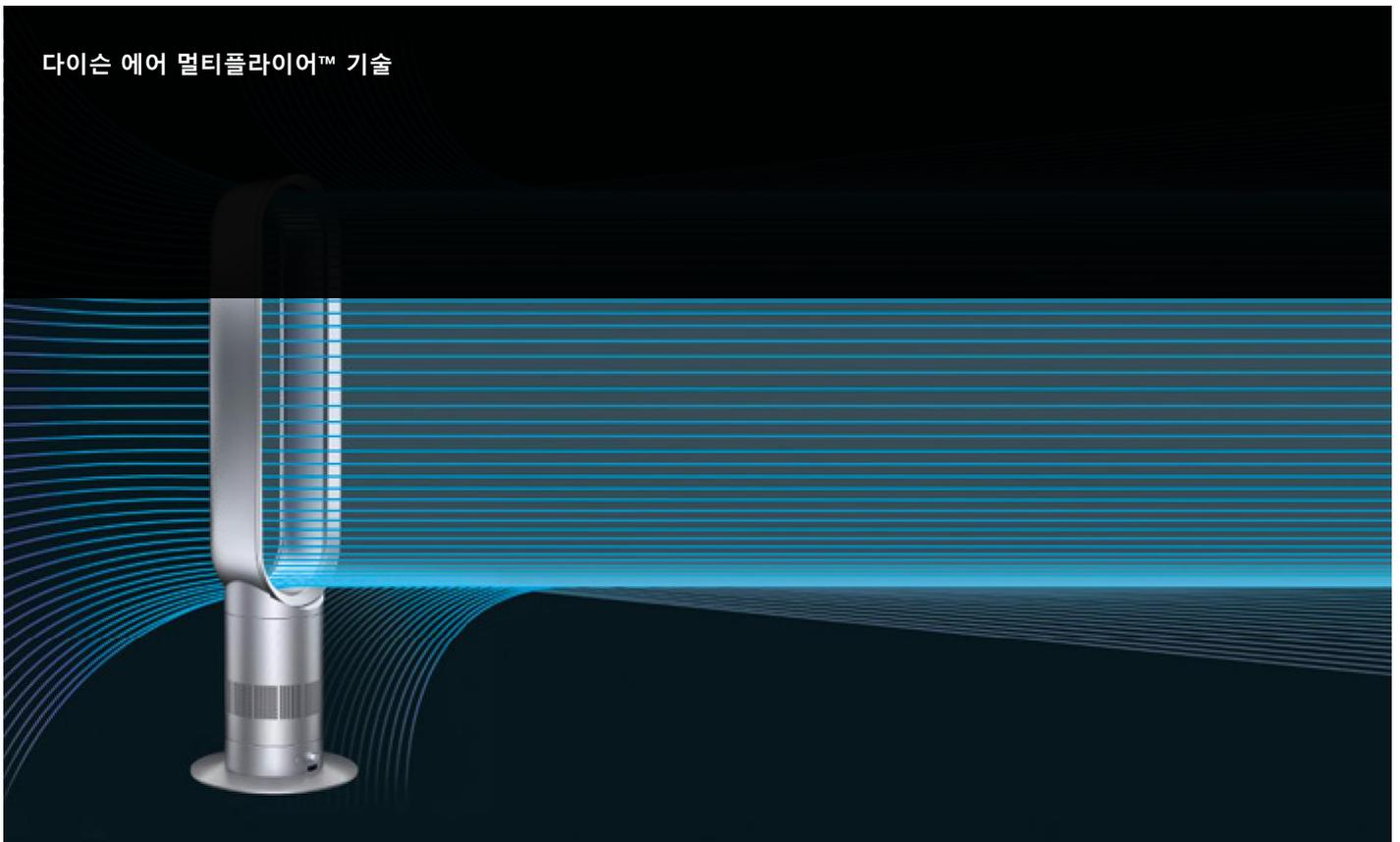
필터는 공기 중의 오염 물질을 제거하는 데 사용할 수 있는 소재이다. 필터는 공기가 필터를 통과할 때 작은 입자와 기체를 포착해 걸러내어 깨끗한 공기를 내보낸다. 다이슨 퓨어쿨™ 공기청정기에는 매우 작은 입자를 포착할 수 있는 HEPA 필터와 활성탄소 필터가 들어 있다. **포스터: 대기오염 필터레이션을 통해** 필터에 대한 자세한 정보를 확인할 수 있다.



## 제품 분석: 다이슨 에어 멀티플라이어™ 기술

공기 중의 오염물질을 제거할 방법을 찾아낸 다이슨 엔지니어들은 정화된 공기를 방 안으로 다시 분사할 방법을 찾아야 했다. 그러던 중 이전에 개발했던 다이슨 에어 멀티플라이어™ 기술을 적용하기로 했다. 다이슨 데스크 선풍기는 초당 최대 370리터의 공기를 전달할 수 있는데, 이는 탄산음료 1,121캔과 맞먹는 양이다. 다이슨 엔지니어들은 이 기술을 다이슨 퓨어쿨™ 공기청정기에 적용하여 깨끗한 공기를 방안 곳곳에 효율적으로 분사했다.

다이슨 에어 멀티플라이어™ 기술



## 수업 03

### 대기오염 포착

수업 시간: 1시간

#### 학습 목표

1. 필터가 대기오염을 포착하는 방식을 이해한다.
2. 반복 설계 과정을 이해한다.

#### 활동 결과

다이슨 퓨어쿨™ 공기청정기의 작동 원리에 대해 학급 토의 진행

필터 제작 완료

#### 준비물:

펜, 연필, 종이

동영상: 연기 상자

동영상: 다이슨 정화 기술 - 작동 원리

포스터: 대기오염의 크기

포스터: 대기오염 필터레이션

포스터: 설계 과정

#### 필터 제작하기

- 약 10 x 20cm 크기의 프레임으로 자른 액자 틀 또는 하드보드지(학생 그룹당 1개)
- 고무 밴드(학생 그룹당 최소 10개)
- 다양한 크기의 작은 공, 예: 탁구공, 탱탱볼, 구슬

도입: 15분

다이슨 퓨어쿨™ 공기청정기 소개

학습 목표	활동
1	<p>학급 전체가 <b>동영상: 연기 상자</b>를 시청한다.</p> <p>학생들에게 박스 안의 연기가 어떻게 될지 생각해 보라고 지시한다.</p> <p>다이슨 엔지니어들은 대기오염에 관한 연구를 진행하면서 실내 공기 오염이 실외 공기보다 더 심해질 수 있다는 사실을 알아냈다고 학생들에게 설명한다. 이런 일이 어떻게 일어날 수 있는지 학생들에게 질문한다.</p> <p>다이슨 엔지니어들은 연구 끝에 집안의 공기 오염을 제거하는 제품인 다이슨 퓨어쿨™ 공기청정기를 개발해냈다고 설명한다.</p>

<p>1, 2</p>	<p>학급 전체가 <b>동영상: 다이슨 정화 기술 - 작동 원리</b>를 시청한다.</p> <p>다음의 질문에 대해 토의하고 칠판에 답안을 적는다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>실내 공기 오염의 세 가지 요인을 말하십시오.</li> <li>다이슨 공기청정기는 어떤 문제를 해결하는가?</li> <li>공기청정기에는 몇 개의 필터가 사용되는가?</li> <li>필터는 무슨 역할을 하는가?</li> </ol> <p>이번 수업에서는 필터가 대기 오염을 포착하는 방식에 대해 배우게 된다고 설명한다.</p>
-------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

본론: 40분  
정화에 대한 이해

학습 목표	활동
<p>1, 2</p>	<p>각자 필터를 직접 만들게 된다고 설명한다.</p> <p>먼저, 아이들에게 다양한 크기의 공을 던져서 학생들이 잡을 수 있는지 확인한다. 이 공이 공기 중의 입자라고 설명한다. 공(입자)의 크기가 클수록 잡기도 쉽다.</p> <p>학생들을 그룹으로 나누어 각 그룹에게 톨, 고무 밴드, 그리고 다양한 크기의 공 꾸러미를 나눠준다.</p> <p>학생들에게 고무 밴드 세 개를 잡고 나무 톨 위에서 여러 방향으로 늘려 밴드로 십자 모양을 만들어 보라고 지시한다.</p> <p>다양한 크기의 공들이 바로 다양한 크기의 공기 오염물질이라고 설명한다. 학생들은 공을 사용하여 필터가 공기 오염물질을 포착하는 데 얼마나 효과적인지 시험하게 된다. 학생들은 공을 필터 위로 부드럽게 떨어뜨려 공이 필터를 통과하는지, 걸리는지 여부를 보고 이를 확인할 수 있다.</p> <p>학생들에게 필터에 고무 밴드를 점차 추가하여 공을 가능한 한 많이 포착하도록 위치를 잡으라고 지시한다. 이러한 형태의 시행착오가 반복 설계의 한 과정이라고 설명한다.</p> <p>공기가 다이슨 퓨어쿨™ 공기청정기를 거치면 필터가 이러한 방식으로 오염 물질 입자를 포착한다고 설명한다. 공기청정기에 사용된 필터는 수많은 섬유로 채워져 있어 사람의 머리카락 너비보다 작은 입자를 포착할 수 있다(포스터: 대기오염의 크기 다시 참조).</p>
<p>2</p>	<p>영상 속 엔지니어들은 설계 과정에 대해 논의했다고 학생들에게 설명한다. 이것은 엔지니어들이 새로운 제품을 만들 때 실행하는 과정이라고 설명한다.</p> <p><b>포스터: 설계 과정</b>을 보여준다.</p> <p>학생들에게 설계 과정의 세 가지 주요 단계를 파악하도록 지시하고 최적의 제품이 나올 때까지 이 주기가 어떻게 계속 반복되는지 설명한다.</p>

마무리: 5분

## 다이슨 퓨어쿨™ 공기청정기 분석하기

학습 목표	활동
2	<p>엔지니어는 제품의 성능을 개선하고 사용하기 쉽게 만들거나 기능을 개선하기 위해 늘 노력한다고 설명한다. 이들은 또한 문제를 보다 효과적으로 해결하기 위해 제품을 여러 사용자와 환경에 맞게 조정할 수 있는 방법을 모색한다.</p> <p>학생들에게 다이슨 퓨어쿨™ 공기청정기가 대기오염 문제를 얼마나 잘 해결하는지 생각해 보라고 지시한다.</p> <p>학생들은 공기청정기가 전적으로 실내 공기 오염에 대한 솔루션일 뿐이라는 점을 인식해야 한다.</p>

## 섹션 03: 솔루션

학생들은 대기오염이 왜 전 세계적 문제이고, 전 세계의 엔지니어들이 이를 해결하기 위해 어떤 노력을 기울이고 있는지를 배우게 된다. 학생들은 설계 과정에 따라 등곳길의 대기오염 문제에 대한 솔루션을 직접 설계하고 시제품을 만들게 된다.

## 설계 과정

2050년이면 세계 인구는 100억 명에 이를 것으로 추정된다. 이러한 인구 증가가 대기 오염 수준을 악화시키지 않도록 하기 위해서는 지속 가능한 미래를 보장하기 위한 조치를 취해야 한다. 과학적 지식을 갖춘 엔지니어들은 유용한 기술을 개발할 수 있는 능력을 갖추고 있다.

이들은 문제 해결사이다. 연구와 개발을 통해 새로운 제품을 만들고 기존의 기술의 개선할 방안을 고민한다. 문제에서 출발하여 이를 해결할 방법을 고민한다. 이를 설계 과정이라고 한다. 설계 과정은 설계, 제작, 테스트의 세 가지 주요 단계로 진행된다.

**설계** - 이 단계에서 엔지니어는 해결하고자 하는 문제를 파악하고 실현 가능한 솔루션을 검토한다. 먼저 제품이 갖춰야 할 조건과 기능의 목록인 사양서를 작성한다. 그런 다음 솔루션의 형태에 관한 설계를 스케치한다.

**제작** - 엔지니어는 이 스케치를 바탕으로 하드보드지 같은 단순한 모형 재료, 또는 3D 프린트 부품과 같은 고급 재료를 사용해 시제품을 제작한다. 시제품은 다른 버전이 개발된 제품의 첫 번째 버전이다.

**테스트** - 엔지니어는 시제품이 제대로 작동하고 문제를 효과적으로 해결하는지 확인하기 위해 이를 테스트해야 한다.

이는 엔지니어가 다음 시제품을 제작할 때 문제를 더욱 효과적으로 해결할 수 있도록 현 시제품의 약점과 결함을 파악하는 순환적 과정이다. 이러한 순환 과정은 문제를 완벽히 해결하는 완제품이 탄생할 때까지 계속된다. 다이슨 퓨어쿨™ 공기청정기의 경우, 다이슨 엔지니어들은 2,065개의 시제품을 설계, 제작 및 테스트했다.



Dyson engineers

## 설계 개발

스케치는 아이디어를 전달하는 중요한 방법이다. 다이슨의 모든 엔지니어는 아이디어가 떠오를 때 기록해두기 위해 스케치북을 들고 다닌다. 이 아이디어가 누구의 것인지 보여주어야 하므로 각 페이지에 서명하고 날짜를 적어야 한다.

설계 엔지니어들은 마음에 드는 아이디어 한 두 가지를 선택한 후, 설계를 바탕으로 3D 모델을 만들기 시작한다.

각 다이슨 제품마다 수백 개의 시제품이 제작되는데, 이 과정에서 하드보드지 모델에서 시작하여 전문 소프트웨어와 3D 프린터를 이용하는, 보다 세밀한 컴퓨터 기반 설계(CAD) 모델로 넘어간다.

설계 엔지니어는 제품의 작동방식을 정확히 이해하기 위해 시제품을 빠르게 제작해야 한다. 시제품을 테스트하여 취약점을 찾아내면서 설계 과정이 개선된다.



다이슨 엔지니어의 스케치

## 대기오염에 대한 엔지니어링 솔루션 사례

### 카엘리, 제임스 다이슨 어워드 국제전 우승 후보작 2019(인도)

델리는 세계에서 세 번째로 대기 오염이 심한 도시이다. 도시의 공기 질이 특히 나쁠 때는 병원에 입원하는 천식 환자가 늘어난다. 카엘리는 공기 질이 나쁠 때 환자들이 건강을 유지하고 삶의 질을 개선할 수 있도록 돕기 위해 개발된 제품으로, 6겹의 필터와 원심 송풍기를 통해 공기를 걸러내는 오염 방지 마스크이다.

이 마스크를 통해 정화된 공기를 계속 들이마실 수 있다. 또한 이 마스크에는 공기 질을 모니터링하는 센서가 들어 있는데, 앱과 약물 관리자에게 데이터를 전송하므로 필요 시, 약을 복용할 수 있다.

### 포토신세티카(영국)

포토신세티카는 대기 중의 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)를 포착하여 저장하는 도시의 커튼이다. 하루에 이산화탄소 약 1킬로그램을 저장할 수 있는데, 이는 큰 나무 20그루의 이산화탄소 저장 능력과 맞먹는다. 포토신세티카는 건물 외벽에 부착할 수 있는 대형 모듈로 구성되어 있다. 공기가 모듈 바닥을 통해 유입되어 이산화탄소를 가두는 특수한 유형으로 해조류를 포함한 수분이 많은 매질을 통과하면서 이산화탄소가 제거된다.

### 스모그 프리 타워(중국)

스모그 프리 타워는 도시의 스모그 농도를 줄이기 위해 설계된 100미터 높이의 공기 정화 타워이다. 이 타워는 7미터 높이며 공기 중의 미세물질을 제거하기 위해 이온화된 은판과 필터를 사용한다.

### 스모그 프리 자전거(중국)

스모그 프리 자전거는 오염된 공기를 여과 시스템으로 빨아들인다. 이렇게 공기 중의 오염 물질이 제거되고 여과된 공기가 자전거를 타는 사람에게 분사된다.

### 스폰지 마운틴(이탈리아)

스폰지 마운틴은 토리노와 리옹을 연결하는 철도 터널 건설 과정에서 굴착된 흙을 활용해 90m 높이의 흙무더기를 만드는 프로젝트이다. 흙무더기는 공기 중의 이산화탄소를 흡수하면서 유럽에서 가장 오염이 심한 도시 중 하나인 토리노의 대기오염 수준을 낮추는 데 일조한다.

### 전기 도로(스웨덴)

스웨덴의 이로드알란드(eRoadArlanda)는 세계 최초로 전기 도로를 개발했다. 이 도로는 스케일렉트릭(Scalextric) 트랙과 유사한 전도성 기술을 사용해 전기차가 주행하는 동안 배터리를 충전한다. 전도성 레일은 도로를 따라 깔려 있으며 차량 바닥에 부착된 암(arm)을 통해 전기를 전달한다.

### 수직 숲(이탈리아)

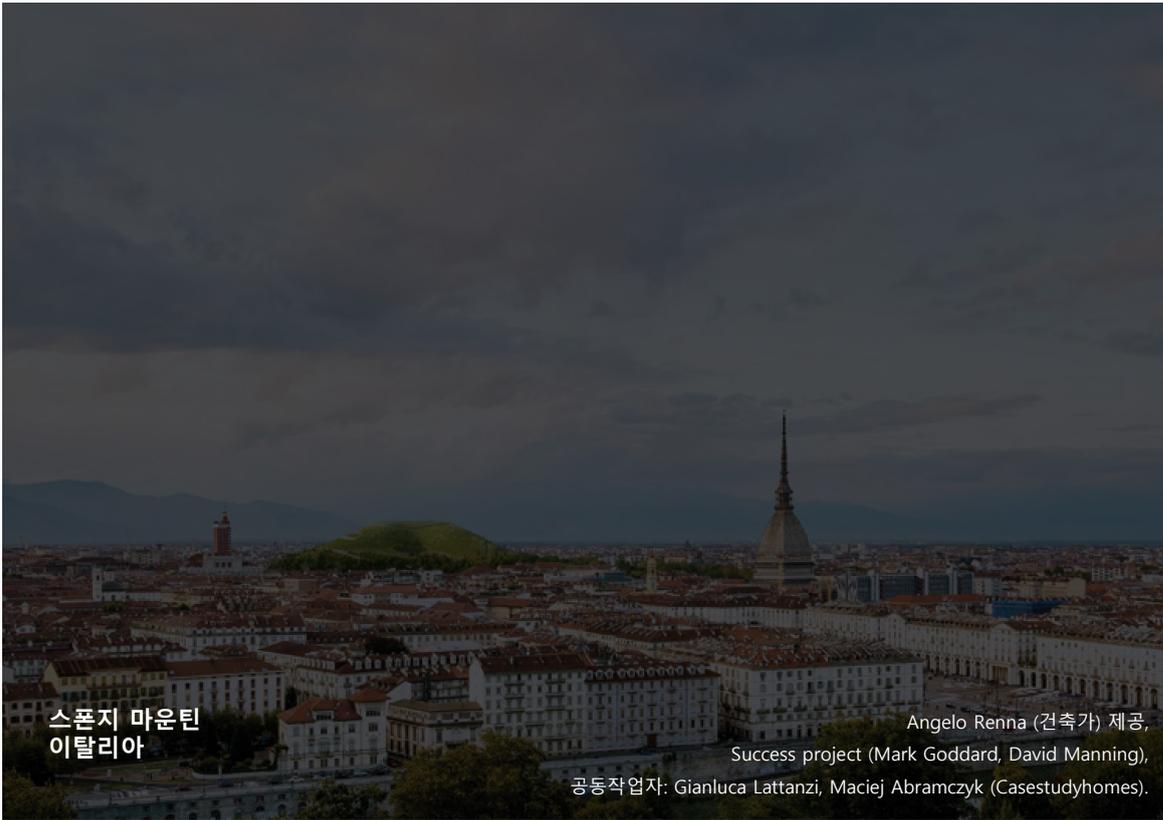
수직 숲은 지속 가능한 주거 건물을 위한 모델이다. 이 건물에는 나무 800그루, 관목 4,500그루와 식물 15,000그루가 있는데, 이는 20,000제곱미터의 숲과 맞먹는다. 수직 숲은 이산화탄소와 먼지 입자를 흡수하고 산소를 내뿜는 미기후를 형성한다.





전기 도로  
스웨덴

Elways, eRoadArlanda 제공



스폰지 마운틴  
이탈리아

Angelo Renna (건축가) 제공,  
Success project (Mark Goddard, David Manning),  
공동작업자: Gianluca Lattanzi, Maciej Abramczyk (Casestudyhomes).



## 수업 04

### 대기오염을 위한 솔루션

## 설계

수업 시간: 1시간

### 학습 목표

1. 엔지니어들이 대기오염 솔루션 개발에 어떤 도움을 주는지 이해한다.
2. 스케치를 이용해 대기오염 솔루션을 설계한다.

### 활동 결과

기존의 대기오염 엔지니어링 솔루션에 대해 학습함  
워크시트 02: 사양서 작성 완료  
스케치와 부품 목록 작성 완료

### 준비물:

펜, 연필  
A3용지

### 포스터: 설계과정

[선택사항] 조사용 컴퓨터

워크시트 02: 사양서

도입: 5분

### 대기오염 엔지니어링 솔루션

학습 목표	활동
1	<p>지난 수업에서는 다이슨 퓨어쿨™ 공기청정기가 실내 공기 오염을 해결할 수 있는 방법임을 학습했다고 설명한다.</p> <p>29~31페이지의 엔지니어링 솔루션 사례를 들어, 전 세계의 엔지니어들이 각종 외부 환경의 대기오염 문제를 해결하기 위해 다양한 기술들을 개발해 왔음을 설명한다.</p> <p>학생들에게 오늘 자신이 엔지니어가 되어 등곳길의 대기오염 문제를 해결할 솔루션을 직접 설계하는 시간을 갖는다고 설명한다.</p>

본론: 50분

대기오염 솔루션 설계

학습 목표	활동
1	<p>학급을 세 그룹으로 나누어, 학생들이 직접 엔지니어가 되어 대기오염 솔루션의 시제품을 직접 설계하고 제작할 것이라고 설명한다.</p> <p>이 수업에서는 설계 과정의 첫 번째 단계에 들어가게 된다. <b>포스터:설계과정</b>을 참조한다.</p>

<p>1</p>	<p>학생들에게 수업 내용을 다음과 같이 설명한다. 등곳길의 대기오염 문제를 해결할 수 있는 제품을 설계한다.</p> <p>그룹에게 업무에 대해 토의하고 프로젝트에 대해 처음 떠오르는 아이디어를 취합하도록 지시한다. 필터링 마스크, 대기오염 제거 장치, 또는 새로운 형태의 교통수단을 생각해볼 수 있다.</p> <p>이러한 주제에 맞는 제품 설계 사양서를 작성할 것이라고 설명한다.</p> <p>학생들에게 그룹끼리 사양서를 작성하도록 지시한다. 워크시트 02:사양서를 나눠준다. 워크시트를 완성할 때 기준의 수를 제한한다. 학급 전체에 몇 가지 기준을 결정해 준 다음 학생들이 몇 가지를 추가로 직접 설정하도록 지시하는 것이 좋다.</p> <p>학생들에게 설계와 제작 과정 전반에 걸쳐 이 사양서를 참조하여 제대로 진행되고 있는지 확인해야 한다고 설명한다. 완성되고 나면 이 사양서를 토대로 제품에 대한 테스트와 평가를 수행할 수 있다.</p>
<p>2</p>	<p>학생들은 설계 사양서를 파악한 후 제품의 스케치를 시작할 수 있다.</p> <p>스케치는 엔지니어에게 중요한 소통 도구라고 설명한다. 스케치는 제품의 형태뿐만 아니라 작동 원리도 보여준다.</p> <p>학생들에게 주석을 달아 사양 기준의 충족 여부를 설명하고, 제품의 형태가 어떻게 될지 그림으로 그려볼 것을 지시한다. 각 그룹이 다양한 가능성에 대해 토의하도록 독려한다.</p>

마무리: 5분

**시제품 제작 준비하기**

학습 목표	활동
<p>2</p>	<p>학생들에게 다음 수업에서는 설계 과정의 두 번째 단계를 완성할 것이라고 설명한다. 제작. 그룹에게 제공된 목록 중에서 설계의 시제품을 제작하는 데 필요한 재료와 장비가 무엇인지 파악하도록 지시한다. 이후 다음 수업에서 역할과 책임을 배정하여 시제품의 제작 계획을 세울 수 있다.</p>

## 수업 05

# 대기오염에 대한 솔루션

## 제작

수업 시간: 1시간

### 학습 목표

1. 대기오염을 줄여 줄 제품을 설계하고 제작한다.

### 활동 결과

대기오염 솔루션의 시제품 제작  
학급 내 나머지 학생들을 대상으로 시제품 발표

### 준비물:

시제품을 만들기 위한 다양한 재료  
부품을 결합하기 위한 다양한 접착제  
재료를 자르고 시제품을 만들기 위한 다양한 도구

포스터: 설계 과정  
워크시트 02: 사양서

본론: 50분  
시제품 제작

학습 목표	활동
1	<p>이번 수업에서는 설계 과정의 두 번째 단계를 완성한다고 설명한다. 제작. <b>포스터:설계과정</b>을 참조한다. 학생들에게 설계의 대략적인 시제품을 제작하기 위해 지난 수업에서 했던 그룹으로 계속 진행한다고 설명한다. 워크시트 02:사양서를 준비하도록 다시 한번 알려준다.</p> <p>지난 수업에서 준비한 재료와 장비 목록을 사용하여 학생들에게 시제품을 제작하는 데 필요한 물품을 모으도록 지시한다.</p> <p>각 그룹에게 협동심을 발휘하여 제공된 재료와 장비를 사용해 설계의 시제품을 제작하도록 지시한다. 학생들에게 완벽한 모델을 한 번에 만들어낼 필요가 없음을 다시 한번 알려준다.</p> <p>그룹이 작업을 진행하면서 제품을 테스트하고, 사용자가 제품과 어떻게 상호 작용하게 되는지 이해하며 설계 결함을 파악하도록 독려한다.</p> <p>설계 과정은 반복되는 주기라는 점을 다시 한번 알려준다. 난관에 부딪히면 함께 협업하여 설계를 수정하고 개선하도록 독려한다.</p>

마무리: 10분

평가

학습 목표	활동
1	<p>각 그룹에게 학급 내 나머지 학생들을 대상으로 시제품에 대해 발표하도록 하고 발표 시 다음 사항에 대해 이야기할 수 있도록 알려준다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 문제</li> <li>- 솔루션</li> <li>- 작동 원리</li> <li>- 사용 대상</li> </ul> <p>학생들에게 워크시트 02:사양서를 다시 확인하여 이를 시제품과 비교해서 개선을 위해 어떤 점을 수정하면 좋을지 검토하도록 지시한다.</p> <p>[선택사항]학생 발표의 대안으로, 다른 학생들과 교사들이 방문할 수 있는 디자인 전시회를 여는 방법이 있다. 학생 그룹은 시제품을 전시하고 제품을 홍보할 수 있다. 행사가 좀 더 흥미롭게 구성되도록, 지역 엔지니어를 초청하여 학생들과 만남의 시간을 갖고 우수 시제품을 심사하도록 요청해볼 수도 있다.</p>

## 워크시트 01: 학교 가는 길

아래 공간에 자신의 등굣길을 지도로 그려본다. 대기오염에 가장 많이 노출될 것 같은 장소에 동그라미를 그린다.

이 대기오염의 원인은 무엇인가?

등교하는 동안 대기오염의 노출을 줄이기 위해 어떤 조치를 취할 수 있는가?

## 워크시트 02: 사양서

이름(훈련 중인 엔지니어)

제품에서 원하는 점들의 목록을 작성한다.  
각 항목의 중요도에 따라 세 가지 섹션으로 나눈다.

내가 설계한 제품은....

가장 중요한 것은....

그 다음으로 중요한 것은...

가장 덜 중요한 것은...