

REACH FOR THE SKY

가족 활동

유리의 힘

학습 성과

- 유리의 재질 특성을 **식별합니다.**
- 이 지식을 유리구조 설계에 **활용합니다.**
- 설탕 유리를 디자인하고 **만듭니다.**
- 다양한 조건에서 테스트하여 자신의 유리 디자인을 **평가합니다.**

이런 생각을 해보세요...

여러분은 천국으로 쉽게 올라가는 엘리베이터 안에 있습니다. 하늘을 나는 것처럼 느껴질 수 있지만, 엘리베이터는 닫혀 있고, 맨해튼의 건물들 위로 얼마나 높이 날았는지 볼 수가 없습니다. 신나는 1분이 지나자 엘리베이터가 멈춥니다. 문이 열리면 놀라운 경치가 펼쳐집니다. Edge 스카이 데크의 벽은 모두 유리로 되어 있으며 뉴욕시의 스카이라인이 360°로 펼쳐져 여러분을 기다리고 있습니다. 전망대로 걸어나와 바닥 한가운데에 있는 투명한 유리판 위로 올라갑니다. 마치 무중력 상태로 아래의 변화한 거리 위를 떠다니는 것 같습니다. 마지막으로, 스카이 데크의 가장자리로 걸어갑니다. 중력을 뒤로 하고 떠나고 있다고 상상합니다. 건물에서 비스듬히 기울어진 유리로 둘러싸인 삼각형의 꼭대기에 있기 때문에 밖으로 몸을 내밀 수 있습니다. 도시 위에 떠 있는 나를 둘러싼 광활한 풍경을 유리를 통해 바라봅니다. 이게 바로 Edge를 방문했을 때의 짜릿함입니다.

안내성 질문

Edge를 설계한 건축가들과 엔지니어들은 어떻게 유리를 사용하여 강하고 아름답고 지속 가능한 고층건물을 만들었을까요?

활동 개요

이 활동에서 가족들은 인류에게 알려진 가장 놀라운 재료 중 하나인 유리에 대해 배웁니다. 환경에서 유리가 어떻게 자연적으로 발생하는지를 살펴보고, Edge를 만드는 데 사용되는 특수 유리에 대해 배우고, 설탕으로 나만의 유리 패널 프로토타입을 만들게 됩니다. 그런 다음 가족들은 유리 패널이 유리의 물리적 특성인 투명성, 내열성, 내화학성 및 내파손성을 얼마나 잘 나타내는지 보기 위해 일련의 테스트를 수행합니다.

REACH FOR THE SKY

필요한 자료¹

- 그래프 용지
- 연필
- 크레용
- 왁스지 또는 양피지
- 가위
- 물 1컵
- 흰색 과립설탕 3 ½컵
- 묽은 콘시럽 ½컵
- 타르타르 크림 ¼티스푼
- 양 옆면이 올라간 베이킹 시트
- 사탕 온도계
- 주걱
- 쿠킹 스프레이
- 알루미늄 호일
- 빨대나 나무 꼬치
- **테스트** 캡처 시트
- 물이 든 스프레이 병
- 성냥이나ライター와 초

¹ <https://www.wikihow.com/Make-Sugar-Glass>에서 개작한 제조법

지침

1단계: 연구 및 설계

1. 유리란 무엇일까요? ^{2,3,4}

- a. 어디서든 볼 수 있지만 유리에 대해 생각해 본 적이 있나요? 유리는 기적의 재료입니다. 집을 둘러보면, 거의 모든 방에서 유리를 볼 수 있습니다. 유리창, 액자, 음료수 병 등 예상하는 장소에서도 보이지만, 그렇지 않은 장소에서도 보입니다. (유리는 인터넷 접속에 도움이 되는 광섬유 케이블을 만드는데 사용되며, 유리 또는 유리 강화 플라스틱 직물은 현재 집을 단열하고 있을 것입니다.)
- b. 유리는 의외로 정의하기 어렵습니다. 현재 알려진 유리의 종류는 35만 가지가 넘으며, 각각의 제조법은 다릅니다. 가장 기본적인 유리 제조법은 모래(이산화규소), 석회, 소다(탄산나트륨)를 포함합니다. 이 재료들은 가열되었다가 빠르게 식혀지기 때문에 일정한 패턴을 형성할 기회가 없습니다. 바로 이로 인해 유리의 투명성이 이루어지는 것입니다.⁵
- c. 유리가 그냥 인공 물질이라고 생각하셨나요? 다시 생각해 보세요! 유리는 자연적으로 생깁니다. 유리는 실리카 함량이 높은 암석을 가열하고 빠르게 식힐 때 발생합니다. 화산 유리는 화산에서 분출된 뜨거운 마그마가 갑자기 식으면 형성됩니다. 흑요석, 즉 화산 유리는 초기 인류가 도구와 무기를 만드는데 사용되었습니다.
- d. 인간은 일찍이 유리의 가치를 인식하고 수천 년 동안 유리를 만들어 왔습니다. 인간은 약 4,000년 전 메소포타미아에서 처음으로 유리를 만들었다고 생각됩니다.⁶ 유리는 실용적이고 영적인 목적으로 만들어졌습니다.

2. 유리의 특성은 무엇인가요?

- a. 유리에는 구별되는 4가지 특성이 있습니다.
 - i. 투명성: 투과해서 보이는 성질
 - ii. 내열성: 고온에도 견딜 수 있는 성질
 - iii. 압력/파손 저항성: 템퍼링이라고 하는 프로세스를 통해 매우 강력하게 할 수 있음
 - iv. 내화학성: 쉽게 부식되거나 녹지 않기 때문에 많은 제품에 사용됨

3. Edge가 뉴욕의 다른 전망대와 다른 점은 무엇일까요?

- a. 유리입니다! Edge는 여러분을 유리로 둘러싸기 **때문에** 비교할 수 없는 경험과 360°의 전망을 제공합니다.
 - i. 방문객들이 Edge 위로 몸을 내밀 수 있게 해주는 기울어진 유리!

2 <https://cen.acs.org/articles/95/i47/s-glass-modern-day-researchers.html>

3 <https://www.glassallianceeurope.eu/en/what-is-glass#:~:text=Glass%20is%20made%20from%20natural,temperature%20it%20be-haves%20like%20solids>

4 <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2018/04/humankinds-most-important-material/557315/>

5 <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2018/04/humankinds-most-important-material/557315/>

6 <https://www.cmog.org/article/origins-glassmaking>

- ii. 유리 바닥은 변화한 뉴욕시의 거리 상공 100층에 서 있을 수 있게 해줌으로써 방문객들이 짜릿한 기분을 느끼게 합니다.
 - iii. 유리 패널이 하나로 합쳐진 이스턴 포인트는 완전한 무중력감을 선사합니다.
- b. Edge의 기단에는 건물의 동쪽과 남쪽 외벽에 각각 15개의 섹션이 있습니다. 전체 플랫폼의 가장 강한 부분은 유리 바닥이 놓여 있는 곳입니다!
4. 집의 부엌에서 유리를 만들 수 있을까요?
- a. 물론 만들 수 있습니다! 몇 가지 일반적인 가정 식재료로 집에서 설탕 유리를 만들 수 있습니다. 설탕 유리는 저렴하고 현실적이기 때문에 스탠트를 위해 영화에 사용되고 있습니다!
5. 어떻게 만드나요?
- a. 아래 제조법에 따라 유리 패널을 만들어보세요. 그런 다음, 패널의 물리적 특성을 나타내도록 설계된 일련의 4가지 테스트를 거쳤을 때 패널이 어떤지 확인하세요. 유리 패널을 개발하고 테스트하는 과정에서 엔지니어링 설계 사이클이라는 프로세스에 참여하게 됩니다. 이것은 엔지니어와 과학자들이 신제품을 개발하기 위해 사용하는 일련의 단계입니다. 엔지니어링 설계 사이클은 다음과 같습니다.
 - i. 연구 및 설계
 - ii. 프로토타입
 - iii. 테스트
 - iv. 돌아보기
 - v. 다듬기
6. 엔지니어링 설계 프로세스의 첫 단계인 연구와 설계를 시작할 준비가 되었습니다. 어떻게 해야 하나요?
- a. 연구
 - i. 여기서 모든 게 시작됩니다. 연구에는 제품이 무엇을 해야 하는지, 왜 해야 하는지를 아는 설계 프로세스에 들어갈 수 있도록 배경 정보를 얻는 것이 포함됩니다. 어디서부터 시작해야 할지 알기 위해 밝혀야 할 두 가지 핵심 사항, 즉 기준과 제약이 있습니다. 기준은 제품이 충족해야 하는 사양입니다. 제약은 건축할 때 지켜야 할 제한 사항입니다. 유리 패널의 기준과 제약 조건은 다음과 같습니다.
 - 1. 기준: 패널은 다음 네 가지 테스트를 견딜 수 있을 정도로 튼튼해야 합니다.
 - a. 불빛에 대고 보면 잘 투과해서 보여야 합니다.
 - b. 두드려도 금이 가거나 깨지면 안 됩니다.
 - c. 스프레이로 물을 뿌렸을 때 완전히 녹으면 안 됩니다.
 - d. 작은 불 위에 올려놓았을 때 완전히 녹으면 안 됩니다.
 - 2. 제약:
 - a. 제공된 제조법으로 유리를 만들어야 합니다.

- b. 유리 패널은 베이킹 시트에 맞아야 합니다.
- c. 빨대나 나무 꼬치 등 일반적인 생활용품을 사용하여 유리를 강화할 수 있습니다.
- d. 유리 패널은 원하는 모양으로 만들 수 있습니다.
- e. 유리 패널은 금속으로 만든 보강재를 사용하거나 접착제 또는 다른 화학 물질로 보강할 수 없습니다.

b. 디자인

- i. 그래프 용지에 유리 패널의 디자인을 스케치합니다.
- ii. 왁스지나 양피지와 크레용으로 디자인을 트레이싱합니다. 종이 트레이싱을 올려내어 베이킹 시트 위에 올려놓습니다.
- iii. 호일을 사용하여 냉각 유리의 모양을 유지하는 데 도움이 되는 경계를 만듭니다.
- iv. 만든 모양이 만족스러우면 유리 혼합물을 만들 준비를 합니다.

2단계: 프로토타입

1. 이제 모양을 연구하고 디자인했으니 다음은 프로토타입 제작인가요?

- a. 그렇습니다! 유리 혼합물을 만들 시간입니다. 방법은 다음과 같습니다.
 - i. 설탕 혼합물이 달라붙지 않도록 베이킹 시트/호일 틀에 쿠킹 스프레이를 뿌리는 것부터 시작하세요.
 - ii. 설탕, 물, 옥수수 시럽, 타르타르 크림을 냄비에 넣습니다. 재료들을 중불에서 천천히 끓이고 혼합물을 계속 저으세요. 혼합물을 너무 뜨겁게 만들지 않도록 주의하세요. 그렇지 않으면 카라멜화되거나 타게 될 것입니다.
 - iii. 혼합물이 뜨거워지면 흐린 것이 맑게 변합니다. 위에 거품이 생기면 끓기 시작한다는 것을 알 수 있습니다.
 - iv. 사탕 온도계를 냄비에 넣습니다. 혼합물이 300도가 될 때까지 약한 불에서 끓입니다. (끈기가 필요합니다. 이 작업은 1시간 이상 걸릴 수 있습니다!)
 - v. 혼합물이 300도가 되면 베이킹 시트 위에 천천히 부으세요. 아주 조심하세요. 정말 뜨겁습니다!
 - vi. 베이킹 시트를 딱딱한 표면에 놓고 한 시간 정도 식히세요. 식기 시작하면 나무 꼬치나 빨대 등 강화 소재를 넣어 디자인을 향상시킬 수 있습니다.
 - vii. 혼합물이 식으면, 칼을 뜨거운 물 아래 넣었다가 혼합물의 가장자리와 팬 사이에 부드럽게 밀어 넣습니다. 이렇게 하면 시트에서 새 유리 패널을 떼어내는 데 도움이 됩니다. 떼어지면, 베이킹 시트를 부드럽게 뒤집어서 유리 패널을 손에 올려놓습니다.
- b. 확인해 보세요. 방금 유리 패널을 만드셨네요! 다음 단계에서는 일련의 테스트에서 유리 패널이 어떤지 확인할 수 있습니다.

3단계: 테스트

1. 테스트 캡처 시트에 유리가 일련의 테스트를 얼마나 견딜 수 있는지에 대한 가설을 적습니다.
2. 테스트 캡처 시트를 사용하여 유리 구조가 일련의 과제를 얼마나 잘 처리하는지 평가합니다.
3. 네 가지 테스트를 각각 수행하여 관찰 결과를 캡처 시트에 기록합니다.
4. 각 테스트를 수행한 후 결과를 검토합니다. 여러분의 가설 중 어느 것이 실현되었나요? 어떤 점이 놀라웠나요? 테스트 캡처 시트의 표에 기록하세요.

4단계: 돌아보기

1. 여러분의 유리는 어떻게 테스트 절차에서 살아남았나요?
2. 프로토타입에 어떤 개선점이 있나요?

5단계: 다듬기

1. 서로 들어맞는 여러 개의 유리 패널을 만들어야 했다고 상상해 보세요. 그것이 여러분 디자인에 어떤 영향을 미치나요?
2. 우리가 일상생활에서 유리를 사용하는 모든 다양한 방법을 생각해 보세요. 우리는 음식을 조리하거나 광섬유 케이블을 만들거나 자동차와 비행기에서 유리를 안전하게 보호하고 도시를 건설하는 데 유리를 사용합니다. 유리의 특성은 어떻게 유리를 매우 다양한 용도로 유용하게 만들까요?
3. 가족 단위로 [The Future is Now](#) 가상 현장 학습을 시청하고 Edge at Hudson Yards를 직접 방문해 보세요. 보거나 방문하는 동안, 유리가 사용된 모든 다양한 방법을 살펴보세요. 다양한 유리 구조물을 잠시 멈추고 관찰하면서 고대 재료가 세계에서 가장 현대적이고 지속 가능한 건물 중 하나를 설계하는 데 어떻게 사용되고 있는지 감상해 보세요! 과학과 엔지니어링은 우리가 더 아름답고 지속 가능한 미래를 상상하도록 도와줍니다. 어떻게 과학의 힘을 이용해서 세상을 혁신할 수 있을까요?

REACH FOR THE SKY

국가 표준

차세대 과학 표준(NGSS)

MS-ETS1-3.

테스트 데이터를 분석하여 여러 설계 솔루션 간의 유사점과 차이점을 알아내고 새로운 솔루션과 조합하여 성공 기준을 보다 잘 충족할 수 있는 각각의 최적의 특성을 파악합니다.

MS-PS1-3.

천연 자원에서 비롯된 합성 재료가 사회에 영향을 준다는 것을 설명하는 정보를 수집하고 이해합니다. [구체적인 설명: 중요한 것은, 화학 처리를 통해 합성 재료를 형성하는 천연 자원입니다. 신소재의 예로는 신약, 식품, 대체연료 등이 있습니다.][평가 경계: 평가는 질적 정보로 제한됩니다.]

지침

1. 유리 조각이 완성되면, 아래에 나열된 4가지 테스트 각각에 대해 유리 조각이 어떻게 반응할지에 대한 가설을 세우세요. 표의 해당 열 아래에 가설을 적습니다.
2. 가설을 작성했으면 네 가지 테스트를 각각 완료하세요. 테스트를 수행할 때 관측치를 표에 기록합니다.
3. 네 가지 테스트를 모두 완료한 후에는 가설과 실제 테스트 결과 사이의 유사성과 차이점을 파악합니다. 놀랐던 결과를 적어주세요!

	가설	테스트 관찰	가설과 테스트 사이의 유사성/차이점
<p>투명성</p> <p>테스트 1: 유리 패널을 불빛 쪽으로 들어 올리세요. 투과해서 잘 보이나요?</p>			
<p>내압성</p> <p>테스트 2: 유리 패널을 한 손으로 잡고 다른 한 손으로 패널 앞쪽을 가볍게 두드립니다. 금이 가거나 깨지나요?</p>			
<p>내화학성</p> <p>테스트 3: 유리 패널에 크게 물 스프레이를 5번 뿌려주세요. 녹나요?</p>			
<p>내열성</p> <p>테스트 4: 유리 패널을 촛불이나 라이터의 불꽃에서 10~12인치, 즉 약 25-30cm 정도 위로 들어줍니다. 30초 동안 들고 있어보세요. 녹나요?</p>			