

FUTURE U.

가상 견학한계 테스트

교육 목표

학습 내용:

- 개인의 기술, 관심사, 경험에 맞는 STEM 직종 **확인하기**
- 테스트 및 평가 엔지니어가 문제를 확인하고, 해결책을 고안하고, 비판적으로 사고하고, 팀의 일원으로서 효과적으로 의사소통하고, 새로운 기술을 적용하는 방법 **설명하기.**
- 다양한 범위의 재료 테스트가 재료의 기계적, 열적, 전기적, 화학적 특성을 결정하는 방법 **설명하기.**
- 다양한 유형의 재료(금속, 세라믹, 플라스틱, 복합 재료 등)의 실제 응용 사례 **요약하기.**
- 주장을 제시하고 실험에서 얻은 증거와 추론을 통해 이를 **뒷받침하기.**

교육 개요

"한계 테스트" 학습을 통해 보잉의 제품과 시스템 개발 과정에서 테스트가 수행하는 중요한 역할을 알아봅니다. VFT(가상 견학)을 통해 학생들을 미국 전역의 다양한 보잉 테스트 센터를 방문하여 보잉의 테스트 및 평가 엔지니어를 만나 소통하며, 그들과 같은 전문가들이 품질, 신뢰성, 안전성 및 성능을 보장하기 위해 항공 우주의 한계를 테스트하는 새로운 방법을 직접 볼 수 있습니다.

VFT는 다양한 보잉 테스트 센터에서 수행되는 5가지 범위의 재료 테스트를 중심으로 구성됩니다.

- 구조 테스트
- 바람 테스트
- 환경 테스트
- 전자기 테스트
- 비파괴 테스트

각 테스트 범위에서, 학생들은 모든 테스트가 재료의 기계적, 열적, 전기적, 화학적 특성을 결정하는 방법을 분석하여 한계가 무엇인지 측정합니다. 학생들은 또한 재료에 부정적인 영향을 미치지 않는 비파괴 검사 방법을 살펴봅니다.

시간 구성

총 2~3교시 수업 분량

국가 커리큘럼

STEAM 교육 프로그램(KOFAC)

STEAM 수업의 학습 표준 프레임워크

ETS1.A: Defining and Delimiting Engineering Problems

- 2단계: 스스로 문제를 해결하는 방법을 발견하는 '창의적 설계'
- '창의적 설계' 단계는 현실의 문제에서 나타나는 다양한 한계 내에서 최선의 해결책을 고민하고 개발하는 과정으로 구성됩니다.
- 창의적 설계의 핵심은 학생들이 창의력을 발휘하여 개발한 아이디어를 수업과 활동 선택에 반영하여 다양한 결과물을 얻을 수 있도록 하는 것입니다. STEAM의 창의적 설계 방법은 '과학'보다는 '공학'의 영역에 더 가깝다고 할 수 있습니다.

VFT (가상 견학) 사전 활동 수업

교사재

- 인터넷에 접속 가능한 및 영상 프로젝터 장치, 강사용 1대
- 재료와 테스트 매칭 카드, 미리 잘라서 섞어놓기, 학생당 카드1장

가장 먼저 재료 테스트의 개념을 소개합니다. 재료 테스트는 엔지니어가 특정 응용 분야(제품)에서 사용될 재료의 품질, 신뢰성, 안전성, 성능을 보장하기 위해 재료의 기계적, 열적, 전기적, 화학적인 특성의 결정하는 프로세스입니다.

개념을 소개한 후, 영상 시청: [개선된 헬멧 디자인](#)(3분 47초).

학생들이 영상을 시청하는 동안 생각해야 할 질문을 던집니다. 질문:

1. 어떤 재료를 테스트하고 있습니까?
(답: 폼과 플라스틱으로 구성된 다층 구조의 고분자 헬멧)
2. 어떤 테스트를 수행합니까?
(답: 헬멧 디자인이 얼마나 충격을 버티고 흡수하는지 확인하기 위한 충격 시험)
3. 미식축구 헬멧을 테스트하는 것과 자전거 헬멧을 테스트하는 것은 어떻게릅니까?
(답: 자전거 헬멧은 깨지거나 금이 가는 방법으로 충격을 흡수하고 새것으로 교체할 수 있지만, 미식축구 헬멧은 사용할 때마다 충격을 견디고 흡수하도록 설계 및 테스트되어야 합니다.)

그런 다음, 학생들의 자발적인 답변을 들어봅니다. 재료 테스트는 제품 속 포함된 모든 유형의 재료에 대한 품질, 신뢰성, 안전성 및 성능을 보장하기 위해 수행되며, 재료 및 사용(응용) 방법에 따라 테스트 유형이 다르다는 것을 설명합니다.

다음으로 학생들에게 재료와 테스트 매칭 카드를 1장씩 무작위로 나눠줍니다. 이제부터 학생들은 매칭 활동을 통해 주어진 카드에 매칭할 수 있는 재료 카드나 테스트 유형 카드를 가지고 있는 상대 학생을 찾아야 한다고 설명합니다. 학생들이 교실을 돌아다니면서 자신의 카드와 일치하는 카드를 찾을 수 있도록 2~3분의 시간을 제공합니다. 학생들이 올바른 매칭 상대를 찾았다면 함께 서있도록 하여 매칭이 끝나는 시점을 학생들이 확인할 수 있도록 합니다. 간단한 학급 브리핑을 실시하여 학생들이 어떻게 파트너를 찾았는지 설명하도록 요청합니다. 각 학생들이 카드를 매칭시킨 이유는 무엇이었습니까? 참고: "정확한" 답은 없지만, 일부 학생들의 매칭의 이유는 다른 학생들의 매칭 이유보다 더욱 타당할 수 있습니다. 학생들에게 카드의 재료가 어떻게 사용될 수 있는지, 매칭한 재료와 테스트의 조합이 얼마나 적절한지 생각해 보도록 합니다.

가상 견학 병행 활동

가상 견학 영상을 시청하며 학생들이 정보를 얻을 수 있도록 함께 병행할 수 있는 두 가지 활동 수업 옵션이 제공됩니다. 각각의 활동에는 VFT(가상 견학) 시청 이후에 완료할 수 있는 확장 활동이 포함됩니다.

활동 1 : 엔지니어링 직종에 개인의 지식 및 능력 적용해 보기

학생들에게 가상 견학을 시청하는 동안 전문가들로부터 직업 그들의 일상적인 업무와 해당 분야를 주도하는 STEM 현상에 대한 설명을 듣게 될 것이라고 설명합니다. 한계 테스트에 대한 가상 견학 영상을 시청하는 동안, 학생들이 재료 테스트 뒷면에 있는 STEM 직종 질문지의 표를 완성하도록 합니다. VFT(가상 견학) 시청 후, 학생들은 자신의 재능과 관심사를 고려해본 뒤 독자적으로 인터넷 조사를 수행하여 직업 프로필 리서치 확장 활동 유인물을 완성할 수 있습니다.

교사재

- 재료 테스트 뒷장에 인쇄된 STEM 직종 질문지(학생당 1부)
- 직업 프로필 리서치, 확장 활동용 유인물(학생당 1부)
- 인터넷 접속

활동 2 : 재료 테스트 실습

지금부터 학생들은 한계 테스트에 대한 가상 견학 영상 시청을 통해 보잉 전문가들이 실제 연구 시설에서 재료 테스트를 수행하는 과정을 확인할 것이라고 설명합니다. 학생들이 시청을 하며 재료 테스트 질문지 속 표를 완성하도록 합니다. 학생들은 첫 번째 열의 다섯 가지 테스트 유형을 찾아야 합니다. 5가지 유형: 구조 시험, 바람 시험, 환경 시험, 전자기 시험, 비파괴 시험. 학생들은 5가지 테스트 유형 별로 최소 하나 이상씩 재료를 찾고, 각 재료의 응용 분야 또는 시제품을 하나 이상 찾아야 합니다. VFT 시청 후, 학생들이 VFT 영상에서 본 테스트 유형 중 하나를 선택하여 다음 질문에 답하도록 합니다.

교사재

- 재료 테스트 질문지(학생당 1부)

VFT 이후 활동

강사가 직접 재료 테스트: 스파게티

본 실습 활동을 통해 학생들은 강사가 스파게티(또는 다른 재료)를 구부릴 때 어떤 일이 일어나는지 탐구합니다. 스파게티의 일부는 장력이 일어나 당겨지고, 다른 부분은 압력을 받거나 서로 밀어냅니다.

학생들에게 일부 재료는 장력 또는 압력 상태에서 더 쉽게 파손되기 때문에 공학자와 재료 과학자들이 재료가 어떻게 파손되는지를 연구하는 것이라는 사실을 상기시킵니다. 구조 테스트를 통해 재료에 대한 이해가 향상되면 엔지니어는 작업에 적합한 재료를 선택할 수 있을 뿐만 아니라 해당 재료가 특정 작업을 얼마나 잘 견디고 지속될 수 있는지 파악할 수 있습니다. VFT영상을 통해 학생들은 재료에 다양한 힘을 가하여 재료의 고장 또는 파손 지점을 결정하는 정적 실험에 대해 배웠습니다.

학생들에게 스파게티를 묶은 "막대"에 진행할 정적 실험을 설명합니다. 스파게티 막대에 무게 추를 매달면 막대가 구부러지기 시작하여 아래쪽 가닥이 장력을 받고 위쪽 가닥이 압축됩니다. 학생들은 어느 쪽의 스파게티 가닥이 먼저 부러지기 시작하는지 확인할 수 있도록 서서히 무게를 추가하며 막대를 주의 깊게 관찰해야 합니다. 그런 다음 학생들은 주장, 증거, 추론(스파게티 테스트 CER) 그래픽 조직도를 작성하여 다음 질문에 답변해야 합니다. 질문: 막대에 가해지는 장력 또는 압력 부위 중 어느 쪽의 스파게티가 먼저 부러질 것 같습니까?

교사재

- 스파게티 테스트 CER 그래픽 조직도(학생당 1부)
- 스파게티 박스 (학급당 1~2박스, 학급의 규모에 따라 결정)
- 의자, 테이블 또는 큰 판지 상자와 같이 높이가 같은 두 개의 물체(각 그룹별)
- 가위 또는 단일 구멍 펀치(각 그룹별)
- 굵은 끈 또는 노끈 (8-10 인치 길이로, 각 그룹별)
- 종이 클립(각 그룹별)
- 대형 플라스틱 또는 종이컵(각 그룹별)
- 동전, 금속 와셔, 구슬 등 무게추로 사용할 물체(각 그룹의 테스트에 충분할 만큼의 양)
- 고무줄 또는 테이프(각 그룹별)
- 안전 고글(학생당 1개)

순서

- 각 그룹에게 동일한 높이의 의자, 테이블 또는 판지 상자 두 개를 서로 평행이 되도록 설치하게 합니다. 이때 두 물체의 간격은 스파게티 면의 길이보다 몇 센티 정도 좁아야 합니다. 평행하는 두 물체의 높이는 그 중간에 스파게티 막대를 올려 컵을 매달았을 때 컵이 바닥에 닿지 않도록 충분히 높아야 합니다.
- 각 그룹에게 스파게티 면 5가닥을 묶어 막대를 만들도록 지시합니다. 스파게티 묶음의 양쪽 끝을 고무줄이나 테이프로 감싸면 막대를 만들 수 있습니다.
- 각 그룹은 플라스틱 또는 종이컵 상단의 양쪽 가장자리 바로 아래에 두 개의 구멍을 가위로 오려내거나 펀치로 뚫어야 합니다. 그런 다음 컵에 만든 두 구멍에 끈을 묶어 손잡이를 만듭니다.
- 그런 다음 종이 클립을 "C" 또는 "S" 후크 모양으로 구부리고 끈 손잡이의 끝을 종이 클립 후크에 묶어야 합니다. 그럼 후크를 연결하여 스파게티 막대에 컵을 매달 수 있습니다.
- 각 그룹은 스파게티 막대를 평행하는 두 물체 위에 수평이 되게 올려놓고 아까 연결한 종이 클립 후크를 사용하여 컵을 막대에 매달아야 합니다.
- **이 시점에서 잠시 실험을 멈추고, 막대에 달아 놓은 컵에 무게를 추가하면 어떤 일이 일어날 것인지 그룹 구성원들과 논의하도록 합니다. 스파게티 묶음은 얼마나 많은 무게를 지탱할 수 있을까요? 가닥들이 한꺼번에 끊어질까요, 아니면 한 번에 하나씩 끊어질까요? 막대의 아래 또는 위의 가닥 중 어떤 쪽의 가닥이 먼저 끊어질까요? 장력(당김) 또는 압력(서로 밀림) 중 무엇이 먼저 파손을 일으킬까요? 마지막으로, 학생들에게 각자 토의한 내용을 바탕으로 스파게티 테스트 CER 그래픽 조직도의 첫 번째 박스에 있는 주장 칸을 작성하도록 지시합니다. 장력 또는 압력 중 무엇이 먼저 스파게티를 부러뜨릴 거라 예상합니까?**
- 각 그룹에게 컵 안에 무게(동전, 구슬, 와셔 등)를 서서히 추가하도록 지시합니다. 반드시 컵에 무게를 추가하기 전에 손으로 컵의 무게를 지지하도록 합니다. 그런 다음, 스파게티 막대에 줄이 저절로 매달릴 때까지 손을 천천히 내려 컵에서 떼어 냅니다. 각 그룹은 스파게티 막대가 끊어지기 시작할 때까지 계속해서 무게를 더해야 합니다. 각 그룹에게 무게를 추가할 때 어떤 일이 일어나는지 주의 깊게 관찰하여(보기 및 듣기) CER 그래픽 조직도 뒷면에 관찰 내용을 기록하도록 합니다(실험 전 그룹 토론에서 토론한 질문에 대한 답변). 학생들에게 관찰 내용을 바탕으로 그래픽 조직도의 증거 섹션을 완료해야 한다는 것을 설명하세요.

관측 분석 및 CER

막대 테스트 완료 후, 학생들이 나눠야 하는 토론:

- 학생들은 막대의 바닥 부분에 있는 스파게티 가닥들이 먼저 부러지기 시작하는 현상을 관찰해야 합니다. 그 이유는 바닥의 가닥들이 컵의 무게로 인한 장력(당겨지고 늘어나는 현상)을 받기 때문입니다. 막대의 바닥 부분이 매달린 무게를 견딜 수 있는 최대 하중 이상으로 구부러지면, 가닥이 부러집니다. 막대가 부러지게 되면 보통 여러 조각으로 부서집니다. 반면에, 막대의 위에 있는 스파게티 가닥들은 압력을 받고 있어 나중에 부러지는 경향이 있습니다.
- 스파게티는 쉽게 부서집니다. 즉, 구부러지는 대신 쉽게 부서지는 경향이 있다는 것을 의미합니다(금속과 같은 연성 재료는 부서지기 전에 모양이 바뀝니다). 그러므로, 스파게티 한 가닥이 부서지면, 다른 나머지 가닥들도 빠르게 연쇄적으로 부서질 수 있습니다. 엔지니어들이 다리와 같은 구조물을 설계할 때 피하고자 하는 것이 이러한 취약한 파손 현상입니다.

학생들이 스파게티 테스트 CER 그래픽 조직도를 작성하도록 합니다. 학생들에게 CER을 작성할 때 반드시 다음 구성 요소를 포함해야 한다고 다시 한번 설명합니다. CER구성 요소: 주어진 질문에 답변하는 주장(Claim), 학생들이 관찰을 통해 얻은 증거(Evidence), 증거가 어떻게 주장을 뒷받침하는지 이유를 설명하는 규칙 또는 과학적 원리를 내세운 추론(reasoning)이 포함되어야 합니다. 학생들에게 기존의 주장(c)과 증거(e)를 연결하여 추론(r) 섹션에 설득력이 있는 결론문을 작성하도록 합니다. 주장이 틀린 경우, 학생들에게 추론 섹션에서 해당 이유를 설명해야 한다고 알려줍니다.

강사 지침: 모든 학생에게 카드를 한 장씩 나눠 줄 수 있도록 충분한 수량을 인쇄합니다. 카드를 잘라 학생들에게 랜덤으로 배포합니다. 필요한 경우 중복된 카드를 사용할 수 있습니다. 이때, 재료 카드와 테스트 유형 카드가 짝수로 정확히 매칭되는지 확인하세요. 학급 수가 홀수인 경우, 남은 카드 한 장은 선생님 몫으로 학생 중 한 사람은 선생님과 매칭을 해야 한다고 알려주세요.

교자재 직물 스트랩	테스트 유형 구조 테스트 - 장력(당김)
교자재 금속 자동차 후드	테스트 유형 구조 테스트—압축(서로 밀림)
교자재 금속 거더	테스트 유형 구조 테스트—벤딩
교자재 미식축구 헬멧	Type of Test 구조 시험 - 연성(강도/취성, 충격을 견딜 수 있습니까?)
교자재 아크릴 비행기 창문	테스트 유형 바람 테스트—바람 소리/음향 진동
교자재 국제 우주 정거장의 외부 패널	테스트 유형 환경 테스트—극단적 온도
교자재 우주복 원단	테스트 유형 환경 테스트—태양 복사
교자재 비행기 동체(본체)	테스트 유형 전자기 테스트—낙뢰
교자재 새로 개발한 기계	테스트 유형 비파괴 검사-결함 검사

재료 테스트 분야 직종

(가상 견학 영상을 시청하며 완료해야 하는 페이지입니다.)

한계 테스트 가상 견학 영상에서는 미국의 다양한 보잉 테스트 센터가 소개됩니다. VFT영상은 다양한 장소를 오가며 보잉사의 다양하고 숙련된, 테스트 및 평가 전문가를 인터뷰합니다. VFT영상은 테스트를 통해 다양한 조건에서 금속, 세라믹, 플라스틱 및 복합 재료와 같은 재료의 특성과 습성을 결정하는 방법을 설명할 뿐만 아니라 다양한 응용 분야에 이러한 재료의 적합성을 결정하는 것이 중요한 이유를 설명합니다.

가상 견학 영상 시청을 통해 보잉사 직원들로부터 그들의 일상적인 업무와 해당 분야를 주도하는 STEM 현상에 대해 들을 수 있습니다.

한계 테스트 가상 견학 영상을 시청하며 아래 표를 완성하세요.

각 전문가가 담당하는 업무를 두 가지씩 적어보세요.			
바람 터널 테스트	공음향 시험 엔지니어	1.	2.
	테스트 엔지니어링 관리자	1.	2.
	폴리소닉 바람 터널 관리자	1.	2.
	테스트 엔지니어	1.	2.
바람 터널 테스트 시설에서 일하는 것은 어떤 모습이고 어떤 소리를 들을 수 있는지 자신만의 관점으로 설명해 보세요.			

각 전문가가 담당하는 업무를 두 가지씩 적어보세요.			
환경 테스트	테스트 및 평가 엔지니어	1.	2.
	리드 우주선 시스템 엔지니어	1.	2.
	리드 우주선 어셈블리 엔지니어	1.	2.
	테스트 및 런칭 운영 엔지니어	1.	2.
	리드 어셈블리 테스트 및 런칭 운영 엔지니어	1.	2.
환경 테스트 시설에서 일하는 것은 어떤 모습이고 어떤 소리를 들을 수 있는지 자신만의 관점으로 설명해 보세요.			
전자파 테스트	번개 시험 엔지니어	1.	2.
전자기 테스트 시설에서 일하는 것은 어떤 모습이고 어떤 소리를 들을 수 있는지 자신만의 관점으로 설명해 보세요.			
구조 시험	계측 엔지니어	1.	2.
구조 테스트 시설에서 일하는 것은 어떤 모습이고 어떤 소리를 들을 수 있는지 자신만의 관점으로 설명해 보세요.			

각 전문가가 담당하는 업무를 두 가지씩 적어보세요.			
비파괴 시험	공정 테스트 엔지니어	1.	2.
		비파괴 검사 시설에서 일하는 것은 어떤 모습이고 어떤 소리를 들을 수 있는지 자신만의 관점으로 설명해 보세요.	

한계 테스트 가상 견학 영상을 시청한 후, 영상에서 다룬 직업과 본인의 배경/가능성을 연결하여 다음 질문에 답하세요.

본인의 배경과 관심사를 바탕으로 가상 현장 견학에서 가장 흥미로웠던 두 가지 직업을 나열하세요.

이와 같은 직업이 재료의 품질, 신뢰성, 안전성 및 성능을 보장하는 데 어떻게 도움이 됩니까?

직업 프로파일 조사

지침: 가상 현장 견학에서 배운 직업을 자세히 살펴보기 위해 인터넷 조사를 실시합니다. 아래에 기록하세요.

직업 이름	
간단한 설명	
필요한 교육 및 기술	
급여 범위	
관련 경력	
현재 채용 공고(있는 경우)	
현재 수강하는 수업 중 해당 직종과 관련 있는 수업	
이 직업이 내 관심사/기술/장점과 어떻게 부합하는가	
이 직업을 추구하기 위해 앞으로 필요한 교육 기회는 무엇인가	

재료 테스트 질문지

지침: VFT 영상을 시청하며 아래 표를 완료하세요. VFT시청을 완료하면 다음 질문에 답합니다.

테스트 유형 VFT영상에서 제시된 테스트 범주는 무엇입니까?	교자재 VFT영상에서 어떤 재료를 보았습니까?	적용 이와 같은 재료들은 어떻게 사용됩니까?

첫 번째 열에서 테스트 유형 중 하나를 선택합니다: _____

선택한 테스트 유형에 대한 다음 질문에 답합니다:

1. 이와 같은 방법으로 테스트할 수 있는 다른 재료는 무엇입니까?

2. 이러한 종류의 재료에는 어떤 용도/실용적인 응용 분야가 있습니까?

주장-증거-추론(C-E-R)

학생용 그래픽 조직도

질문: 강력 또는 압력 중 무엇이 먼저 스파게티를 부러트릴 거라 예상합니까?

<p style="text-align: center;">C (주장)</p> <p>질문에 답변하는 진술을 작성합니다.</p>	
<p style="text-align: center;">E (증거)</p> <p>주장을 뒷받침할 과학적 데이터를 제공합니다. 증거는 적절하고(관련성) 충분해야 합니다(다른 사람들에게 자신의 주장이 옳다는 것을 확신시킬 만큼 충분한 양의 정보). 글로 설명하는 대신 핵심 내용만 증거로 나열해도 됩니다.</p>	
<p style="text-align: center;">R (추론)</p> <p>주제에 대한 과학적 원리와 지식을 사용하여 증거(데이터)가 주장을 뒷받침하는 이유를 설명합니다. 또는 주장이 잘못된 경우, 추론 단계를 통해 증거가 주장이 잘못되었음을 입증하는 이유와 방법을 설명합니다. 추론은 완전한 문장 형식으로 작성해야 합니다.</p>	