

설계를 통한 전기 발전

단원 계획 및 기타 자료: aka.ms/hackingstem



Hacking STEM

Hacking STEM은 교사를 위한 무료 자료로, 기존의 STEM 과정을 보완하는 프로젝트 기반 단원과 연구 활동을 제공합니다. 이 프로젝트에서는 설계를 통해 전기를 발전하는 방법을 살펴봅니다.

전력 발전 및 측정

이번 단원에서는 기존의 중학교 물리 과정과 21세기 기술을 통합해서 배웁니다. 연구 과정의 기본적 요소인 '설계'를 강조하고 학생 과학자와 엔지니어가 실천하는 프로토타이핑과 테스트를 소개합니다.

프로젝트는 간단한 아날로그 데이터 수집 기구를 제작하고 대체 솔루션을 설계한 다음, 전자 장치를 더해 실시간 데이터 시각화와 분석을 돕는 순서대로 진행됩니다.

목차

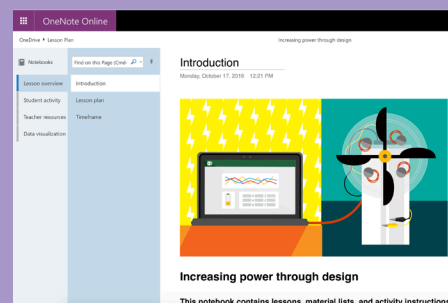
- 03 활동 개요
- 04 기본 풍차 지침
- 05 기본 풍차 제작 준비물
- 11 풍력 발전 터빈 지침
- 12 풍력 발전 터빈 제작 준비물
- 20 Arduino에 연결
- 23 Excel 워크북 기초
- 24 고정자/로터 템플릿



단원 노트

이 프로젝트를 가르치기 위한 재료 목록, 단원 계획 및 활동이 포함되어 있으며 NGSS 및 ISTE 표준에 맞게 매핑되었습니다.

이 단원 및 다른 활동 노트에 관한 자료는 aka.ms/hackingstem을 참조하세요.



활동 개요

이 프로젝트는 두 가지 터빈을 차례로 살펴봅니다.

첫 번째 프로젝트 버전에는 풍차를 제작하고 기계적으로 부하를 들어 작업량과 힘을 측정하는 내용이 포함됩니다. 두 번째 버전은 고정자와 로터를 사용하여 전기를 발전시킵니다(특히 교류 발전 사용). 이 에너지는 Arduino 마이크로컨트롤러가 수집하고 맞춤 Excel 워크북에서 시각화할 수 있습니다.

기본 풍차

학생들은 풍차의 기본 구조와 기능에 대해 배웁니다.

학생이 모델 풍차를 만드는데, 이 풍차를 기초로 나중에 로터 블레이드 설계 과제를 해결합니다. 이 활동에서 제작하는 모델 풍차로 참가 학생들이 작업량과 힘을 계산하는 데 사용하는 도르레 메커니즘에 익숙해질 수 있습니다.

로터 블레이드 설계 과제

학생은 엔지니어링 설계 과정을 활용해 직접 로터 블레이드를 설계 및 프로토타이핑합니다.

각 블레이드 설계의 부하를 들어올리는 능력을 테스트하고 관련 데이터를 수집한 다음, 그 결과를 이용해 작업량과 발생한 힘을 계산합니다.

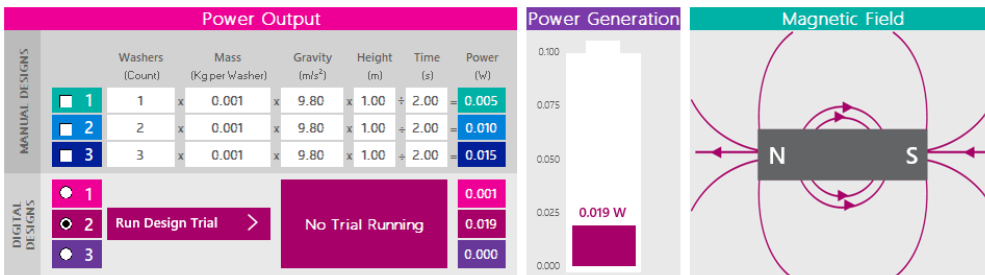
풍력 발전 터빈

이 단원에서 학생들은 기본 풍차 모델에 발전기를 더해 풍력 발전 터빈으로 바꿉니다.

풍력 발전 터빈과 맞춤 로터 블레이드 설계로 발전한 전기는 Arduino 보드로 처리하고, 맞춤 Excel 워크북에서 확인 및 분석합니다.

학생들은 이 워크북으로 이전에 수집한 데이터와 새로운 터빈으로 발전한 전기를 비교합니다.

데이터 시각화



이 활동을 통해 살펴볼 21세기 기술:



Mechanical Engineering



Electrical Engineering



Software Engineering



Data Science



프로젝트 해킹

저희는 혁신을 사랑합니다. 우리 활동을 적절히 수정하여 사용해 보세요.



성공의 단계

로켓선으로 중요한 단계를 표시했습니다. 로켓이 나올 때 더욱 신중하고 정확하게 지침을 따르면 좋은 결과를 얻을 수 있습니다!



일상적인 물건 대체

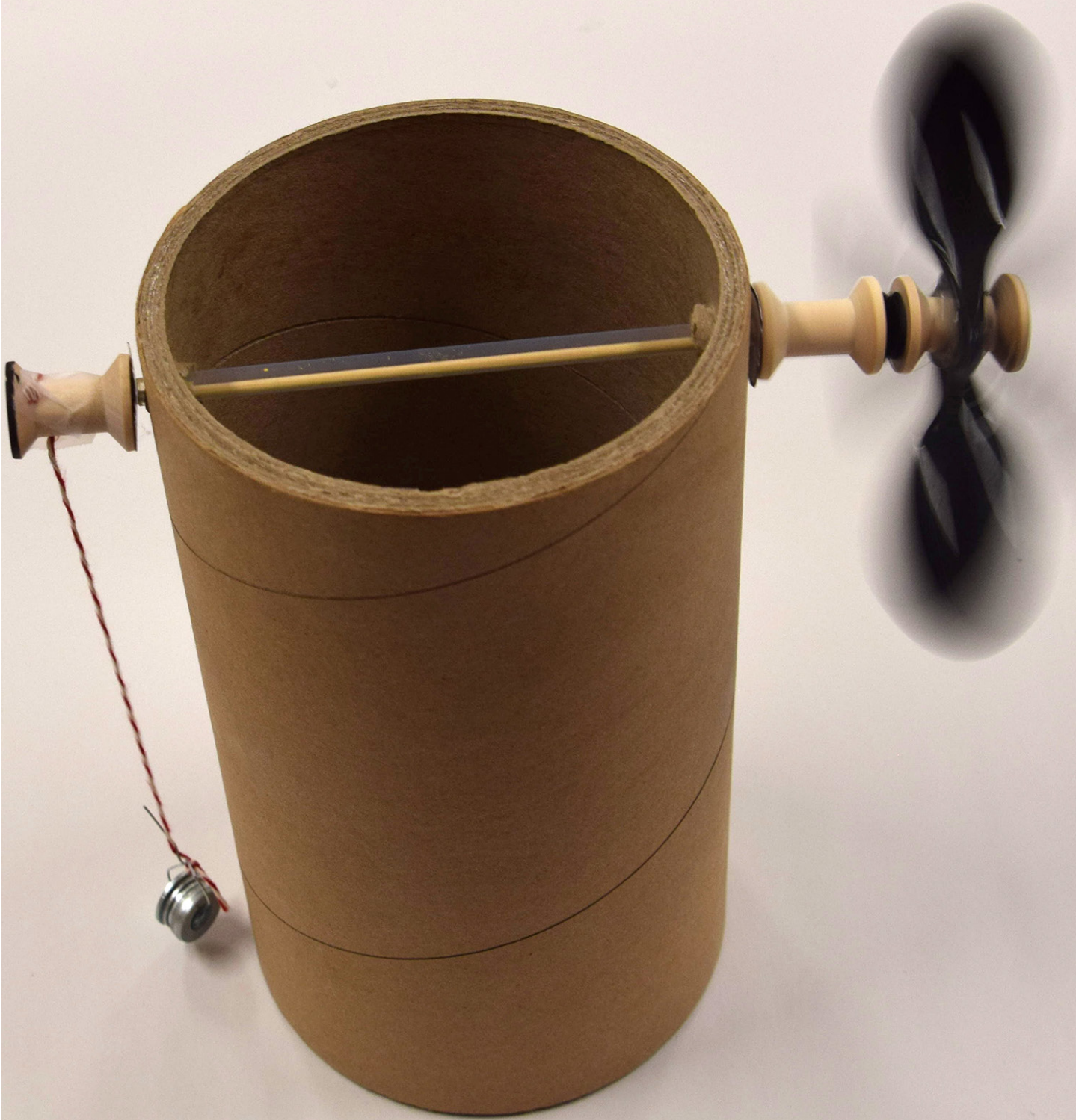
대부분 재료는 구할 수 없을 경우, 유사한 물건으로 대체할 수 있습니다.



전문 재료 구하기

준비물 대부분은 온라인이나 지역 하드웨어 상점에서 쉽게 구할 수 있는 물품입니다. 이번 단원의 온라인 쇼핑 목록은 다음 링크에서 확인할 수 있습니다. aka.ms/windmillshoppinglist

기본
풍차





준비물

 필요한 준비물 전체 목록: aka.ms/windmillshoppinglist

재료

- 빨대 1개
- 대나무 꼬챙이 1개
- 빈 오트밀 용기 1개
- 공작용 나무 실패 3개
- 뒷면에 접착제가 발린 벨크로 테이프 2개
- 약 1m 길이의 실 1개
- 종이 클립 3개
- 와셔 7개
- 카드지 또는 색인 카드
- 플라스틱 스푼 4개(또는 터빈 날개로 사용할 수 있는 재료)

툴킷

- 송곳 또는 펀치
- 헤어드라이어
- 핫 글루건 + 딱풀
- 자
- 펜/연필
- 가위
- 펀치 또는 와이어 커터



이 기호는 특히 주의해서 정확하게
실행해야 할 단계를 나타냅니다.

풍차 만들기



1 위에서 2cm 떨어진 곳에 180°를 벌려 점을 두 개 찍습니다.



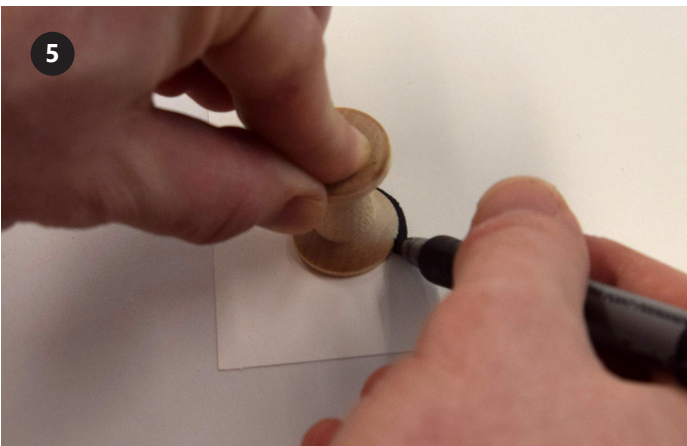
2 점을 찍은 곳에 펀치나 뾰족한 도구로 구멍을 뚫습니다. 너비는 빨대가 들어갈 정도로 넓어야 합니다.



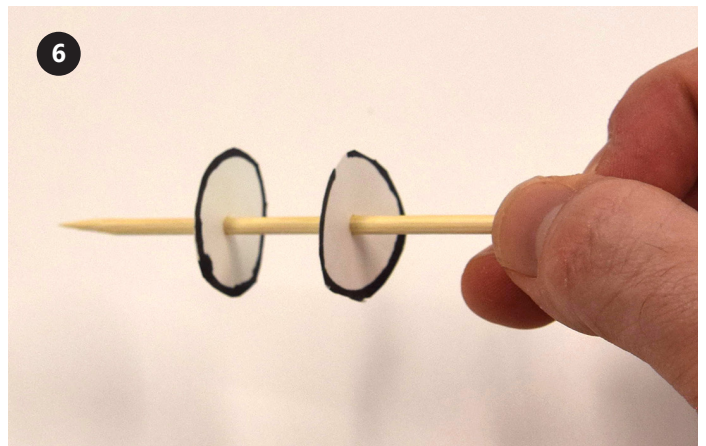
3 구멍에 빨대를 끼우고 양쪽에 약 2cm 남겨서 잘라냅니다.



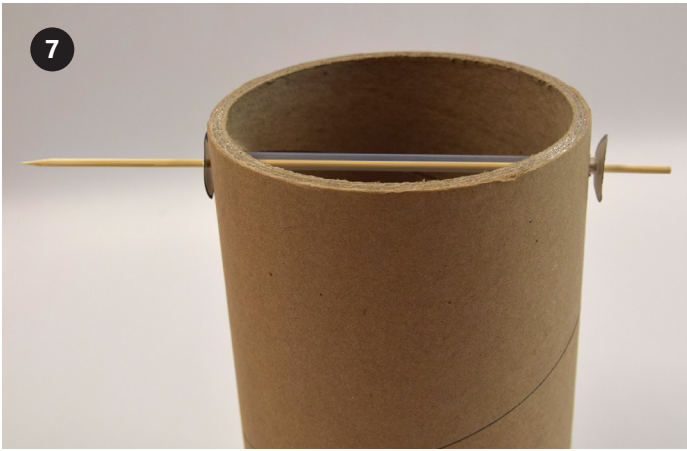
4 소량의 핫 글루로 빨대를 고정합니다.



5 카드지에 실패 외곽을 따라 그려서 원 2개를 그립니다.



6 원을 자르고 가운데에 꼬치로 구멍을 뚫습니다. 와서는 나무 실패가 빨대에 끼지 않게 하는 역할을 합니다.



7
꼬챙이를 빨대에 끼웁니다.
와셔를 양쪽에 놓습니다.



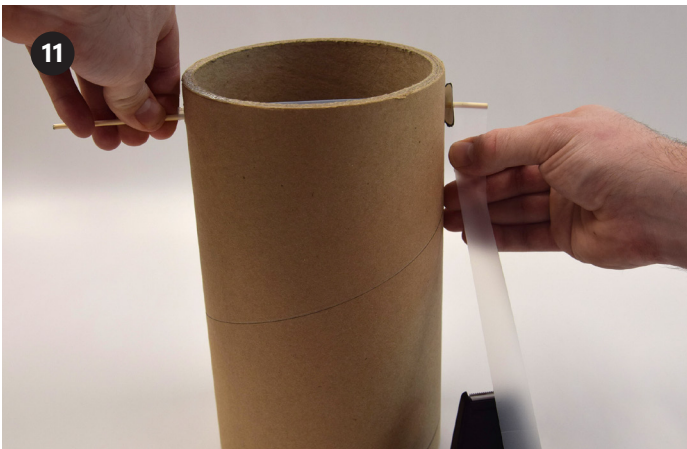
8
사진과 같이 꼬챙이에 실패를 넣습니다. 두 개는 꼬챙이의 길고 날카로운 쪽에, 하나는 뭉툭한 쪽에 끼웁니다.



9
꼬챙이의 뭉툭한 부분을 실패와 함께 움직인 다음, 날카로운 쪽에 실패 두 개의 자리를 적절히 표시합니다.



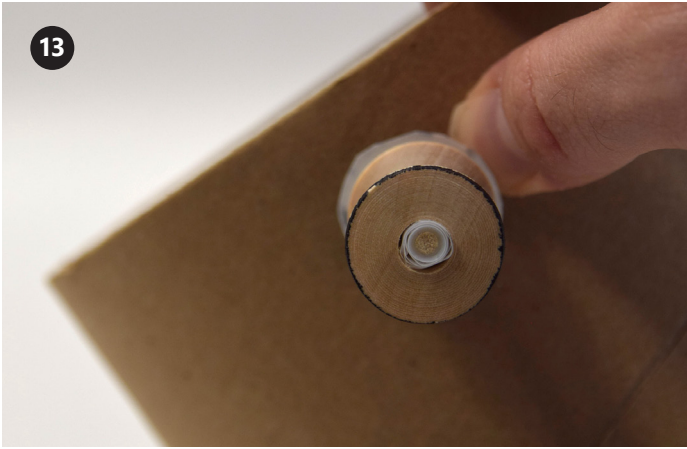
10
꼬챙이와 실패, 와셔를 빼고 꼬챙이에서 방금 표시한 곳을 자릅니다.



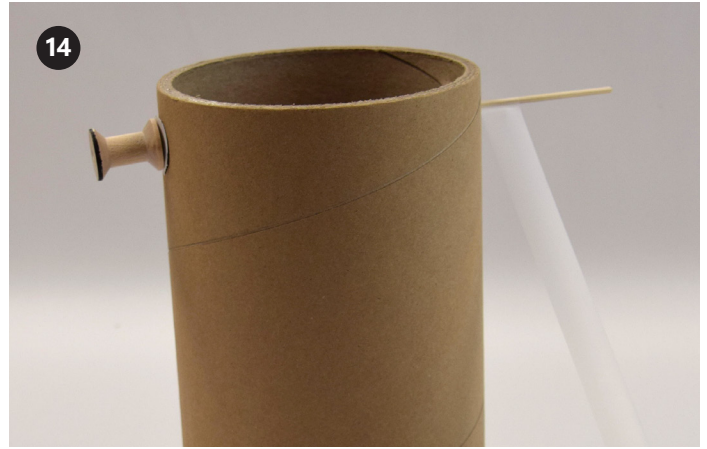
11
꼬챙이를 빨대로 대체하고 와셔를 추가합니다. 꼬챙이의 짧은 부분을 테이프로 감아서 실패 안에 적당히 들어가도록 합니다.



12
구겨지거나 주름이 지지 않도록 주의하면서 실패 너비 정도가 될 때까지 테이프를 계속 감습니다.



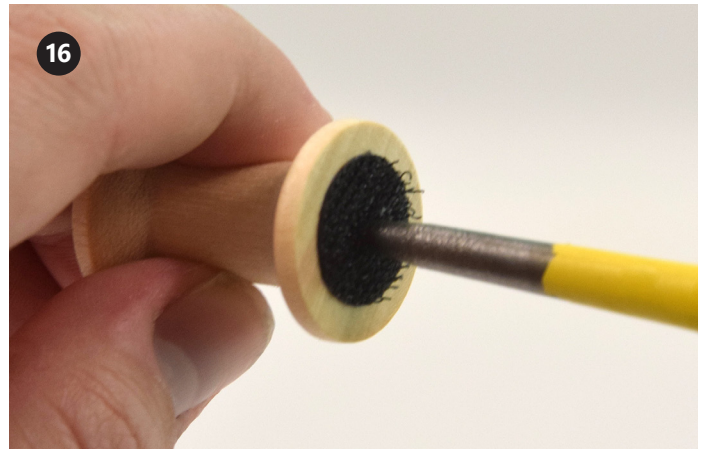
13 실패를 테이프 위로 끼웁니다.



14 반대쪽도 똑같이 테이프를 감아줍니다.
시작하기 전에 종이 와셔를 끼워야 합니다.



15 두 번째 실패를 끼웁니다.
꼬챙이가 실패 밖으로 나와야 블레이드가 움직일 수 있습니다.



16 실패에 벨크로를 붙이고 구멍을 잘 맞추어 송곳으로 벨크로
중양을 뚫습니다.



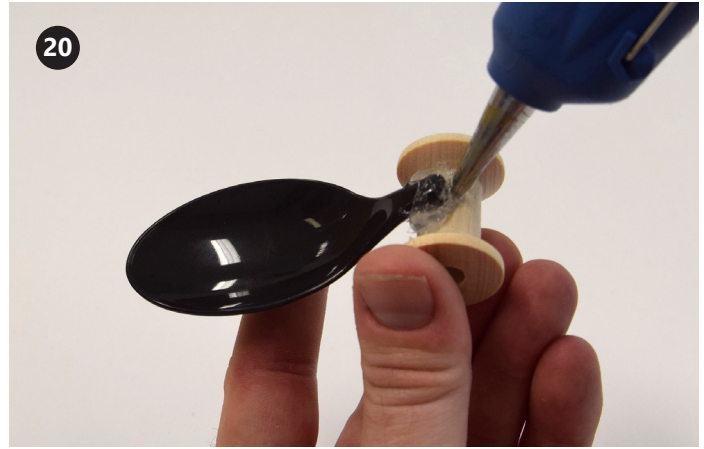
17 벨크로는 블레이드를 고정하는 역할을 하며, 이를 이용하면 쉽게
바꿔서 다른 블레이드 설계를 시도해볼 수 있습니다.



18 다른 실패에 벨크로의 반대쪽 끝을 붙이고 꼬챙이에 넣습니다.



19 블레이드 설계에 맞게 스푼 4개의 손잡이를 잘라냅니다. 다른 재료로도 실험해보시기 바랍니다.



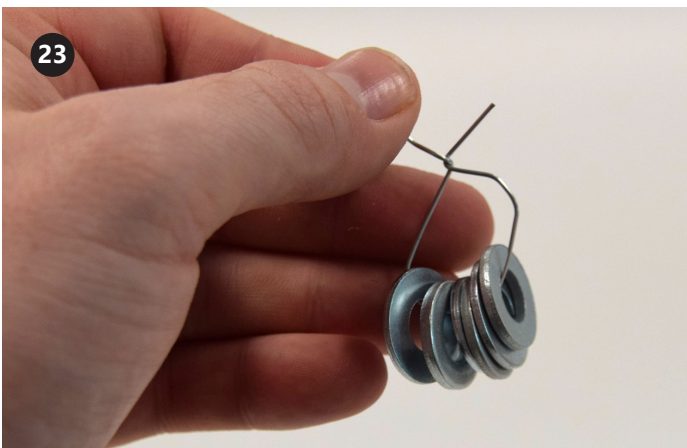
20 자른 스푼에 핫 글루를 묻혀서 나무 실패에 고정합니다.



21 오목한 쪽이 한쪽 방향으로 향하게 하고 일정하게 간격을 둡니다.



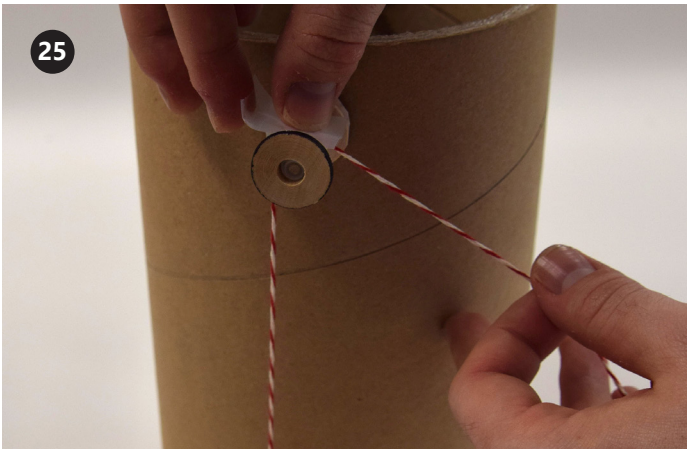
22 블레이드 조립부를 꼬챙이에 더하고 벨크로로 고정합니다.



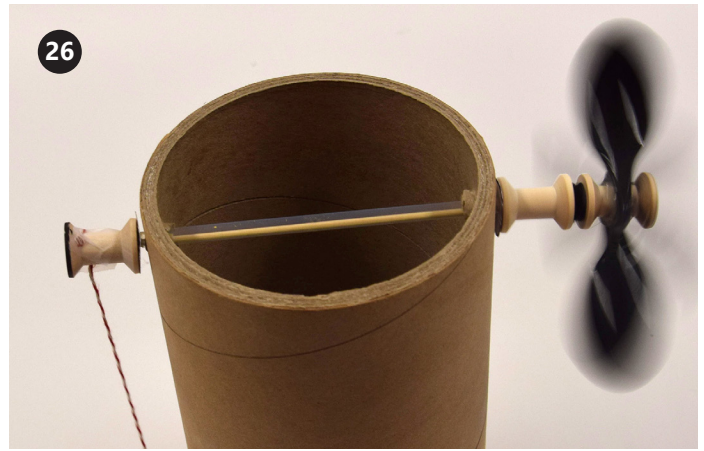
23 종이 클립을 풀어서 간단한 루프를 만듭니다. 와셔를 더하고(추 역할) 클립을 돌려서 닫습니다.



24 끈으로 종이 클립에 묶습니다.



25 끈의 느슨한 끝부분을 실패에 테이프로 고정합니다.



26 이제 바람을 만들어 터빈을 시험해볼 수 있습니다.



27 헤어드라이어로 바람을 만듭니다. 터빈 블레이드가 돌아가면서 끈이 실패에 감기고, 추가 올라갑니다. 추를 더하거나 빼면서 풍차의 들어올리는 능력을 계산해보세요. 스톱워치를 사용하여 부하를 들어올리는 데 걸리는 시간을 측정합니다.

★ 축하합니다! 기본 풍차가 완성되었습니다. 이 풍차는 다음 활동에서도 사용합니다!



풍력 발전
터빈



준비물

 필요한 준비물 전체 목록: aka.ms/windmillshoppinglist

재료

빨대 1개
 대나무 꼬챙이 1개
 빈 오트밀 용기 1개
 작은 투명 플라스틱 판 3개(너비 17cm 이상)
 공작용 나무 실패 3개
 뒷면에 접착제가 발린 벨크로 2개
 약 1m 길이의 실 1개
 디스크 네오디뮴 자석 4개
 자석 와이어 뭉치 1개
 LED 조명 1개
 앨리게이터 클립 2개
 블레이드용 플라스틱 스푼 4개 또는 다른
 재료 카드지/색인 카드
 고정자/로터 템플릿 1개(19 페이지)

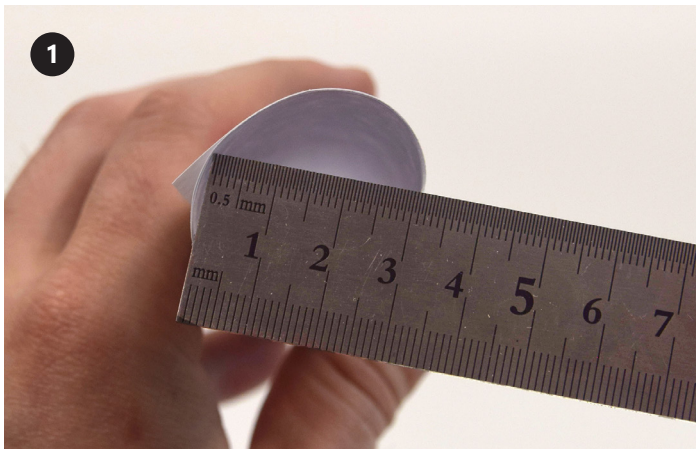
툴킷

- 송곳 또는 펀치
- 헤어드라이어
- 핫 글루건 + 글루
- 자
- 펜/연필
- 사포
- 가위
- 멀티미터(아날로그/디지털)

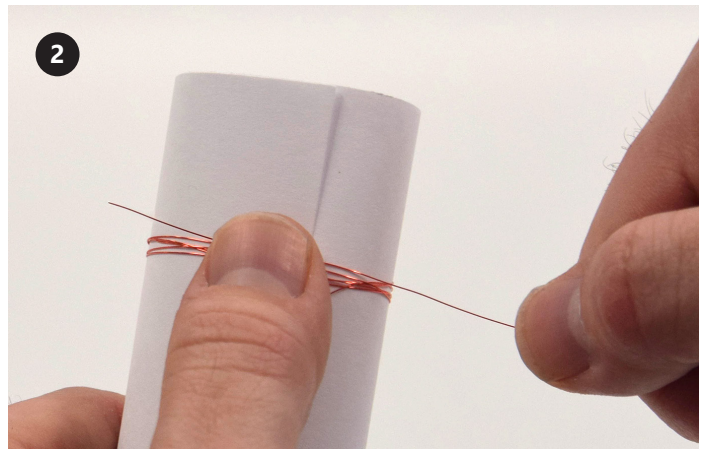


이 기호는 특히 주의해서 정확하게
실행해야 할 단계를 나타냅니다.

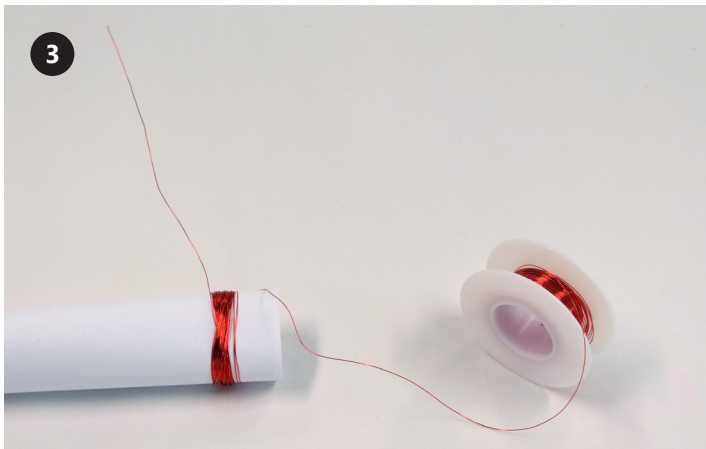
코일 4개 만들기



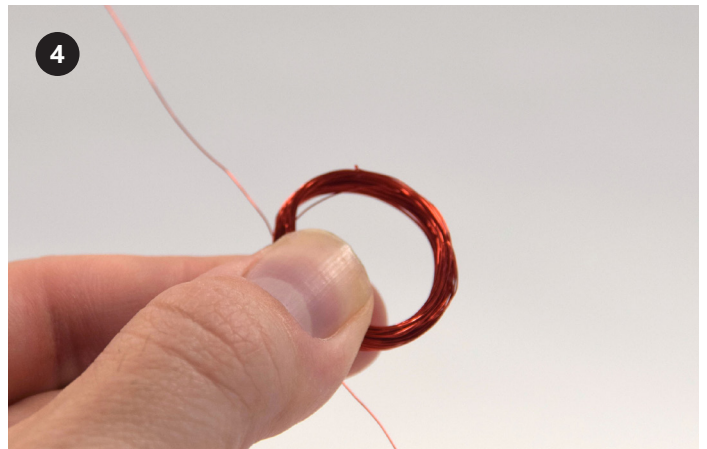
1 종이를 말아서 너비 3cm 정도의 원통을 만듭니다. 테이프를 붙여서 벌어지지 않게 합니다.



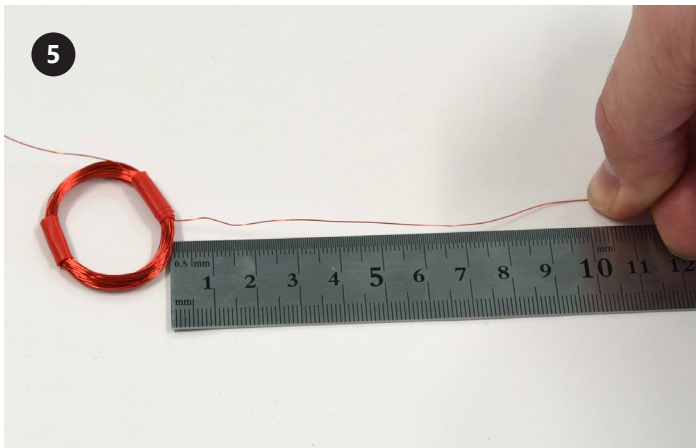
2 원통 끝부분에 와이어를 감습니다. 와이어 한쪽 끝은 길게 남겨둡니다. 나중에 코일에 연결하기 위한 것입니다.



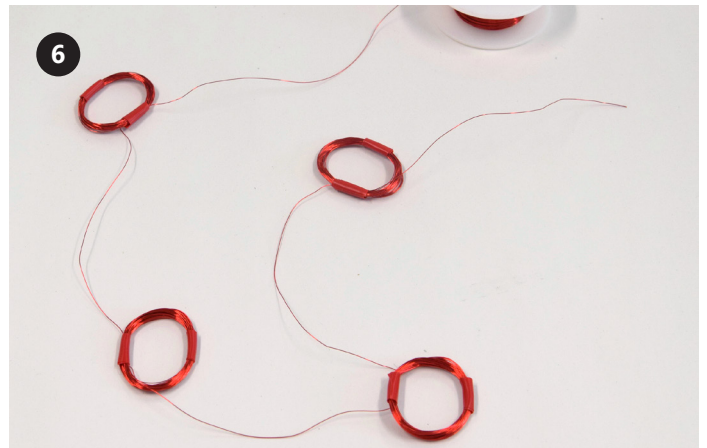
3 와이어를 약 70~200회 감을 때까지 반복합니다. 와이어를 많이 감을수록 코일 효과가 강해집니다.



4 코일을 제거하되, 코일을 잘라내지 마세요. 사진과 같이 코일의 반대쪽을 테이프로 붙입니다.

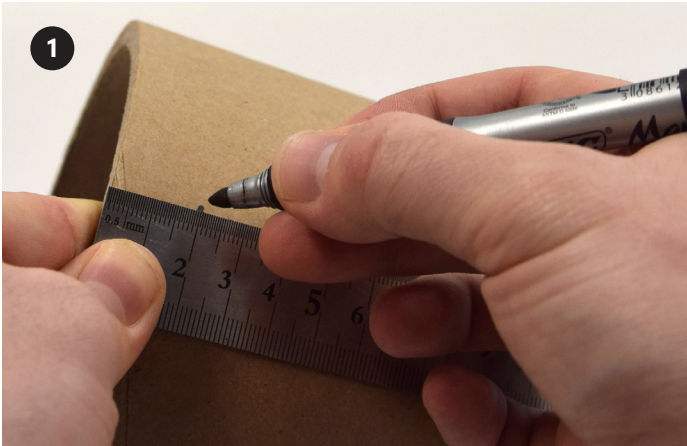


5 감겨 있는 쪽을 기준으로 코일에서 10cm 지점을 측정하고 다른 코일을 만듭니다. 3~4단계를 반복합니다.



6 서로 연결된 코일 4개를 만들 때까지 이 과정을 반복합니다. 스플에 연결된 쪽 와이어 끝을 약 8cm 남기고 자릅니다.

풍력 발전 터빈 제작



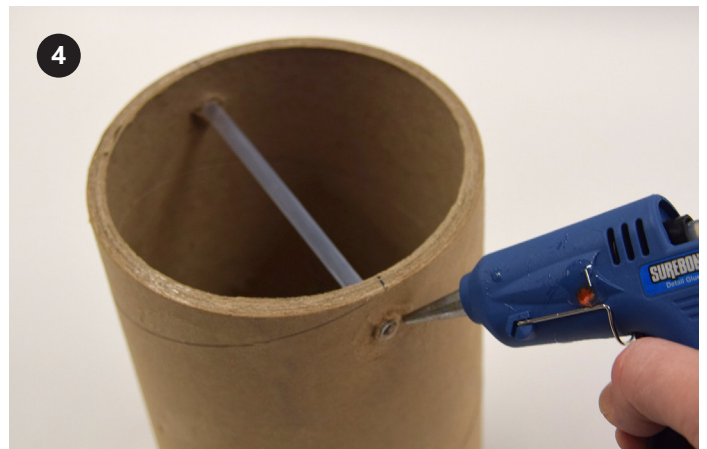
1 위에서 2cm 떨어진 곳에 180°를 벌려 점을 두 개 찍습니다.



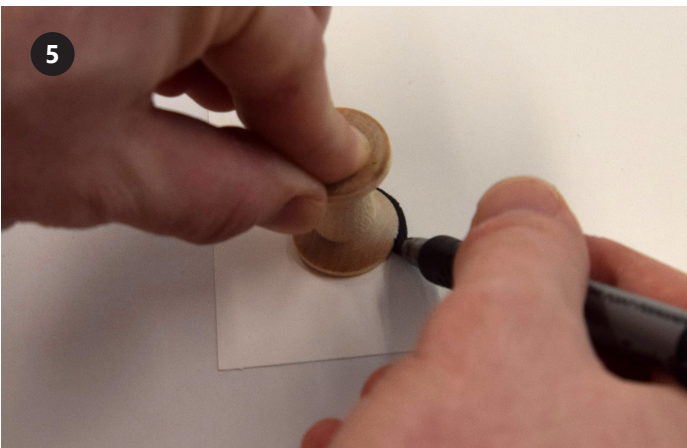
2 점을 찍은 곳에 펀치나 뾰족한 도구로 구멍을 뚫습니다. 너비는 빨대가 들어갈 정도로 넓어야 합니다.



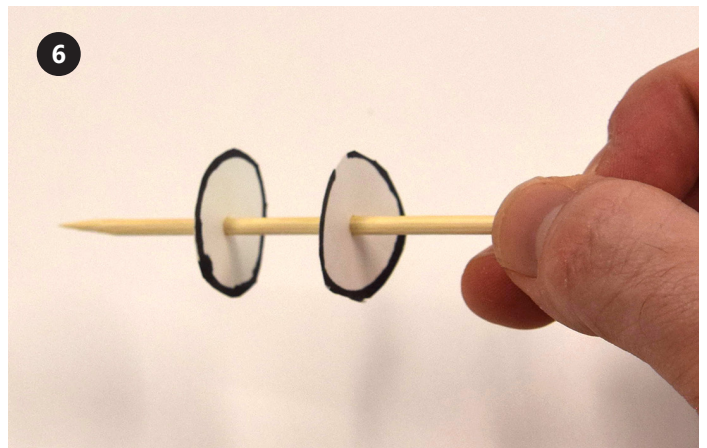
3 구멍에 빨대를 끼우고 양쪽에 약 2cm 남겨서 잘라냅니다.



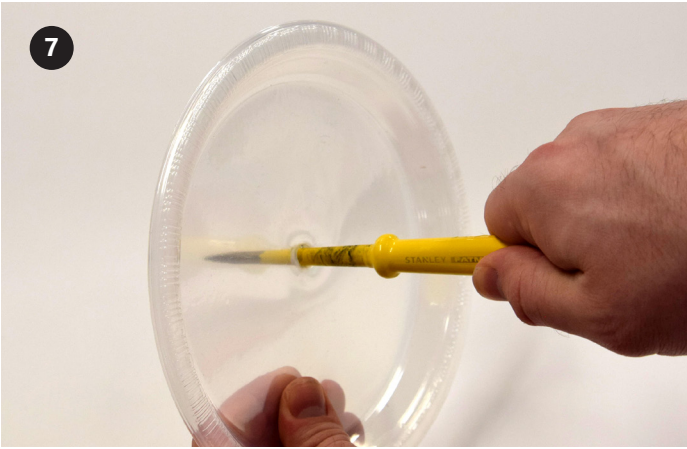
4 소량의 핫 글루로 빨대를 고정합니다.



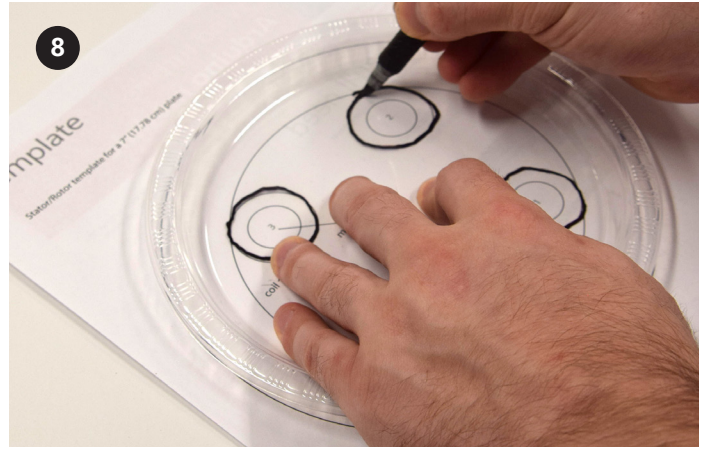
5 카드지에 실패 외곽을 따라 그려서 원 2개를 그립니다.



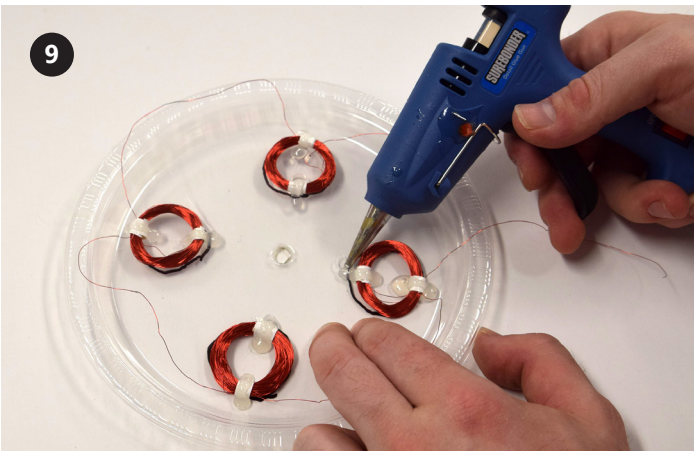
6 원을 자르고 가운데에 꼬치로 구멍을 뚫습니다. 와서는 나무 실패가 빨대에 끼지 않게 하는 역할을 합니다.



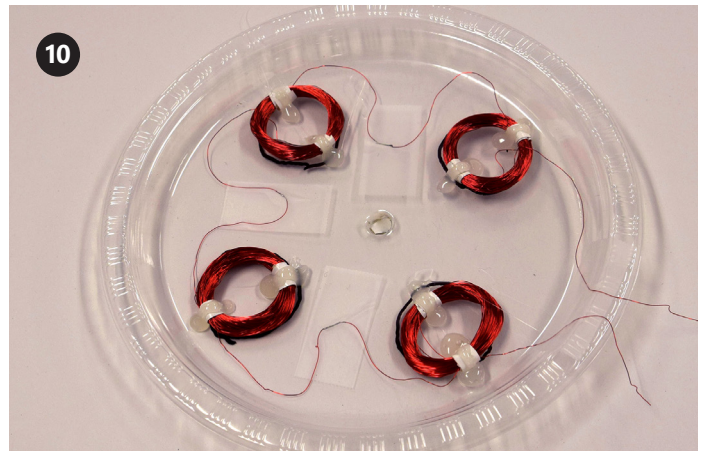
7 플라스틱 접시 3개를 쌓고 송곳으로 중앙에 구멍을 뚫습니다.



8 터빈 가이드를 사용하여 접시에 코일 윤곽선을 그립니다. 하나씩 그리면서 번호를 붙입니다.



9 코일을 접시에 글루로 붙입니다. 실이 바깥쪽을 향하게 합니다.



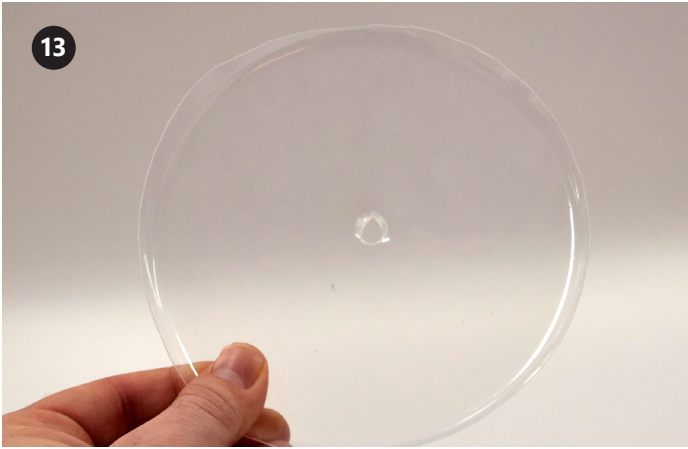
10 코일 사이의 와이어를 테이프로 접시에 붙입니다. 첫 번째와 마지막 코일의 와이어는 고정하지 않습니다.



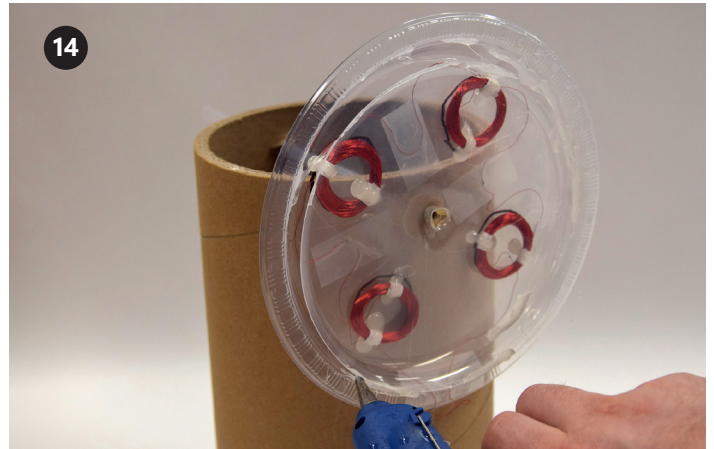
11 글루로 원통에 고정자를 붙입니다.



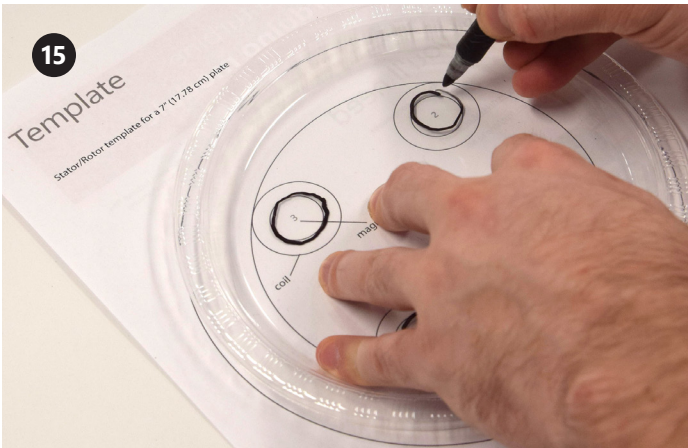
12 다른 접시의 가장자리를 잘라냅니다.



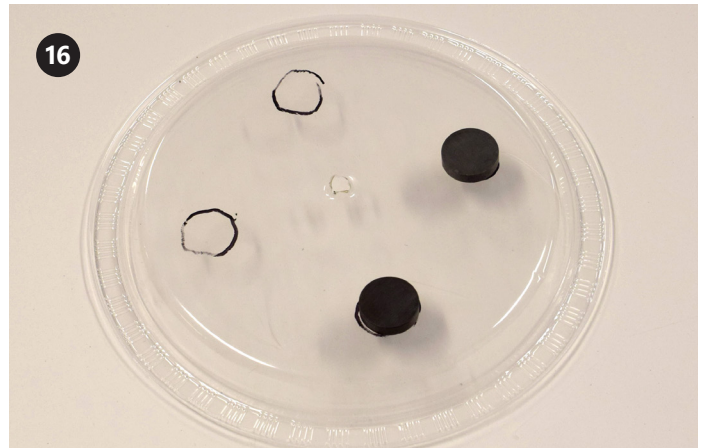
13 이 접시로 고정자 코일을 덮을 것입니다.



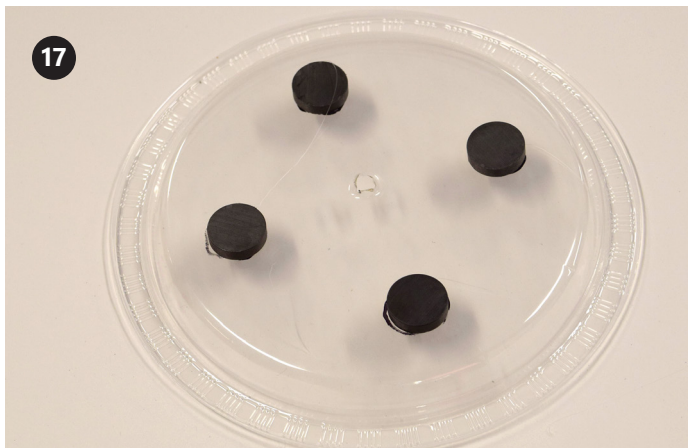
14 코일 와이어는 나중에 연결할 수 있도록 덮지 않습니다. 두 번째 접시를 첫 번째 접시에 글루로 붙입니다.



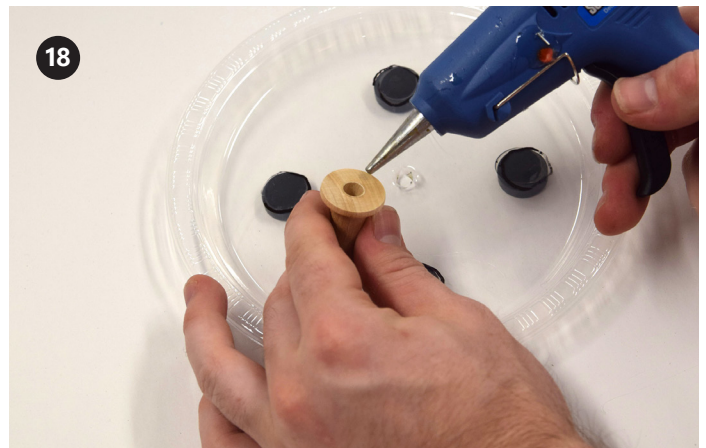
15 템플릿의 자석 가장자리를 세 번째 접시에 그립니다.



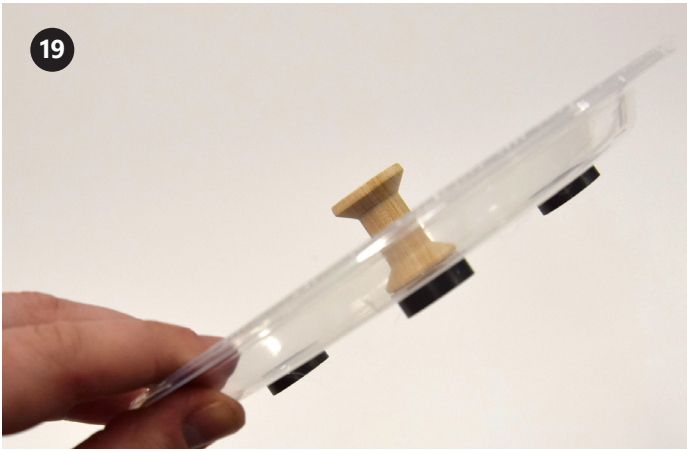
16 극을 확인하고 정렬합니다. 이때 자석을 서로 붙이고 각 자석 위쪽을 표시합니다. 표시된 쪽이 위로 가도록 자석을 접시 뒷면에 놓습니다.



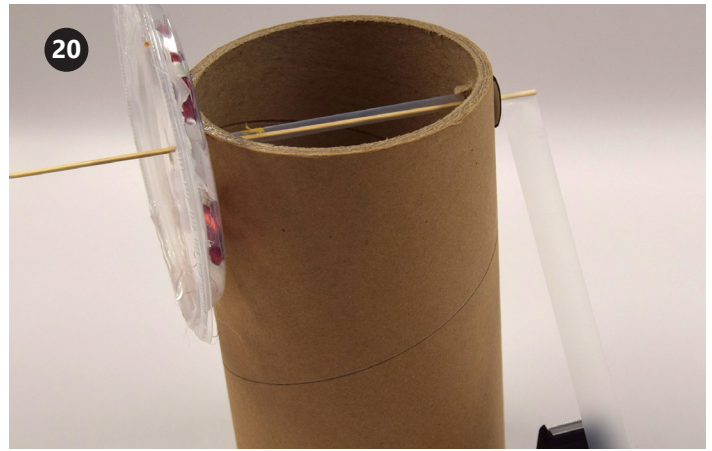
17 접시에 자석을 글루로 붙입니다.



18 이제 실패를 맞춰서 접시 중앙의 구멍에 글루로 붙입니다.



19 접시 안쪽에 붙여야 합니다. 실패 구멍에 글루가 들어가지 않게 주의해야 합니다.



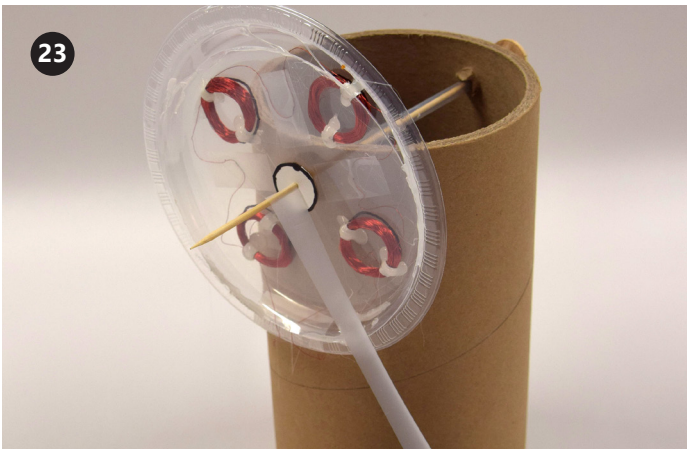
20 꼬챙이를 넣은 빨대를 넣고 종이 와셔를 추가합니다. 꼬챙이에 테이프를 감아서 실패 구멍에 적당히 맞도록 두께를 조절합니다.



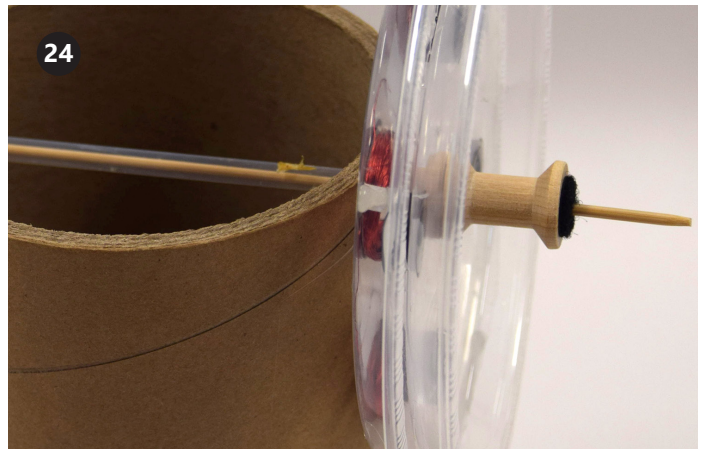
21 실패가 틈새에 걸리지 않도록 주름이나 구겨지는 부분이 없게 합니다.



22 실패를 테이프를 감은 곳에 꽂습니다. 실패가 헐겁지 않는 크기로 맞춰야 합니다.



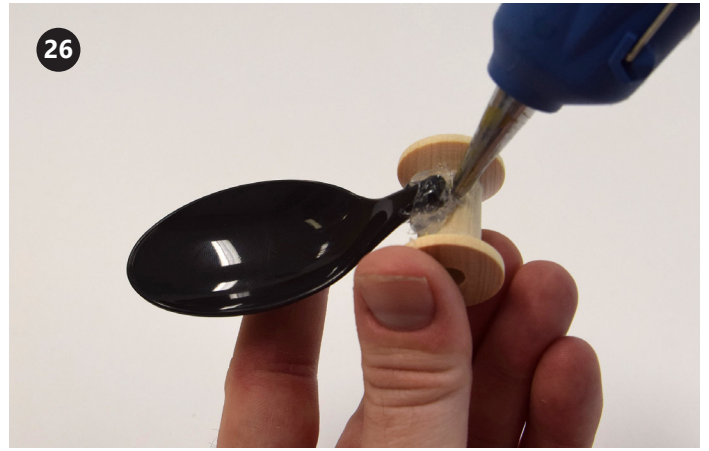
23 샤프트의 고정자/로터 쪽에 종이 와셔를 넣고 앞 단계와 마찬가지로 테이프를 감습니다.



24 로터 실패가 테이프를 감은 곳에 적당히 맞아야 합니다. 로터를 샤프트에 설치하기 전에 벨크로 탭을 실패 끝부분에 놓습니다.



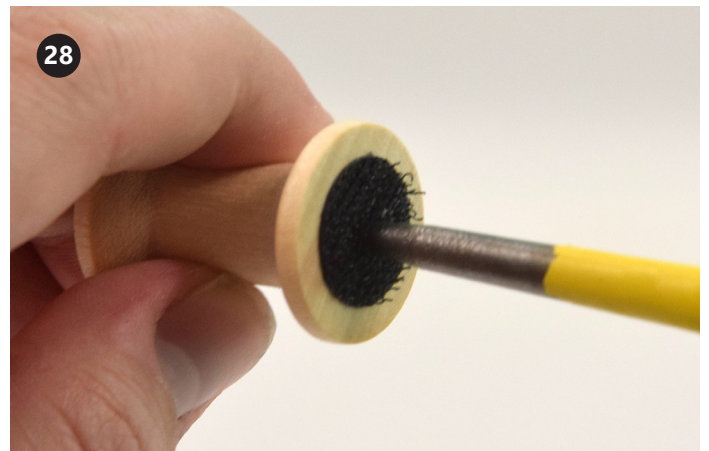
25 블레이드 설계에 맞게 스푼 4개의 손잡이를 잘라냅니다. 다른 재료로도 실험해보시기 바랍니다.



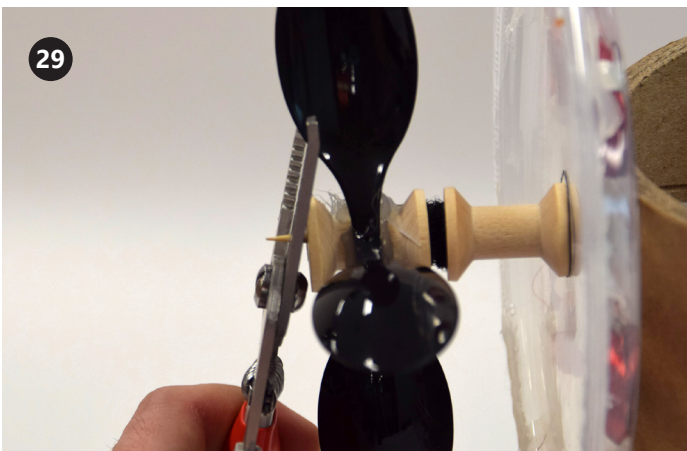
26 자른 스푼에 핫 글루를 묻혀서 나무 실패에 고정합니다.



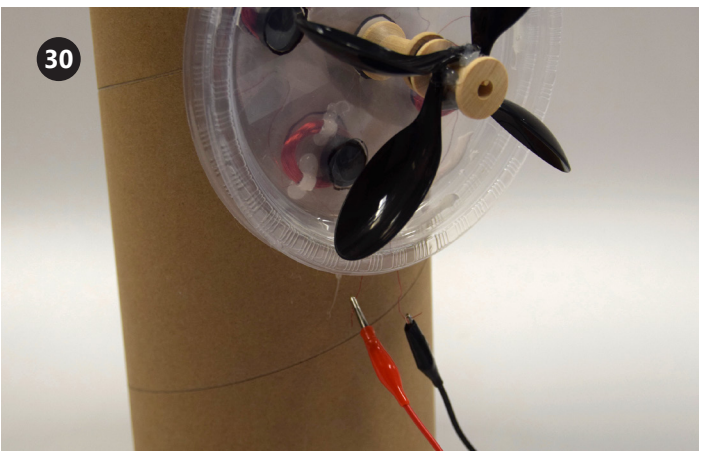
27 오목한 쪽이 한쪽 방향으로 향하게 하고 일정하게 간격을 둡니다.



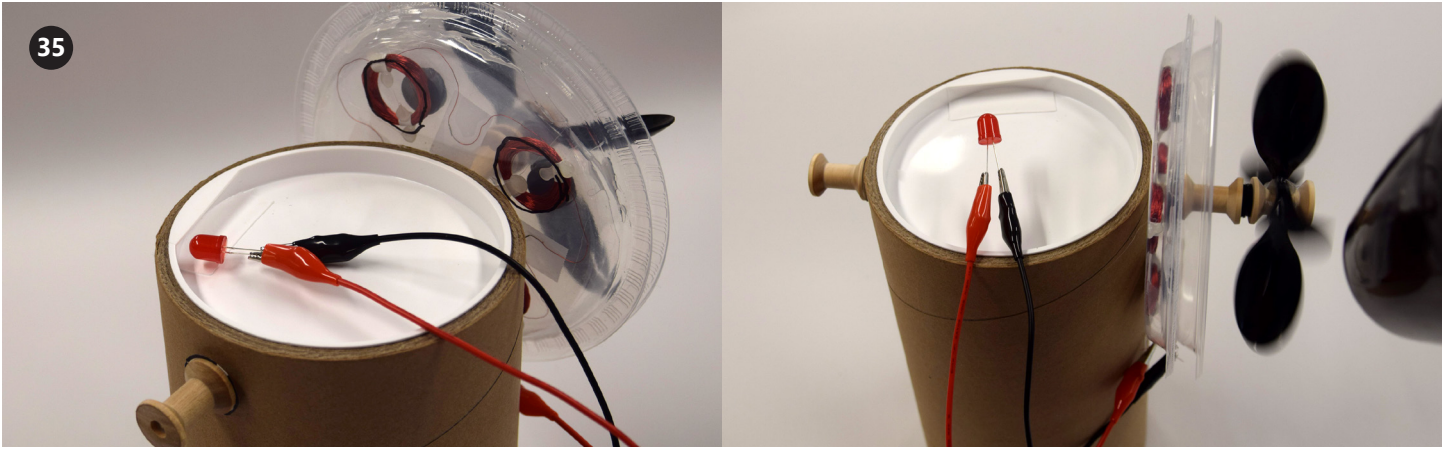
28 벨트로 탭의 한쪽을 실패에 붙이고 구멍에 맞추어 중앙에 송곳으로 구멍을 뚫습니다.



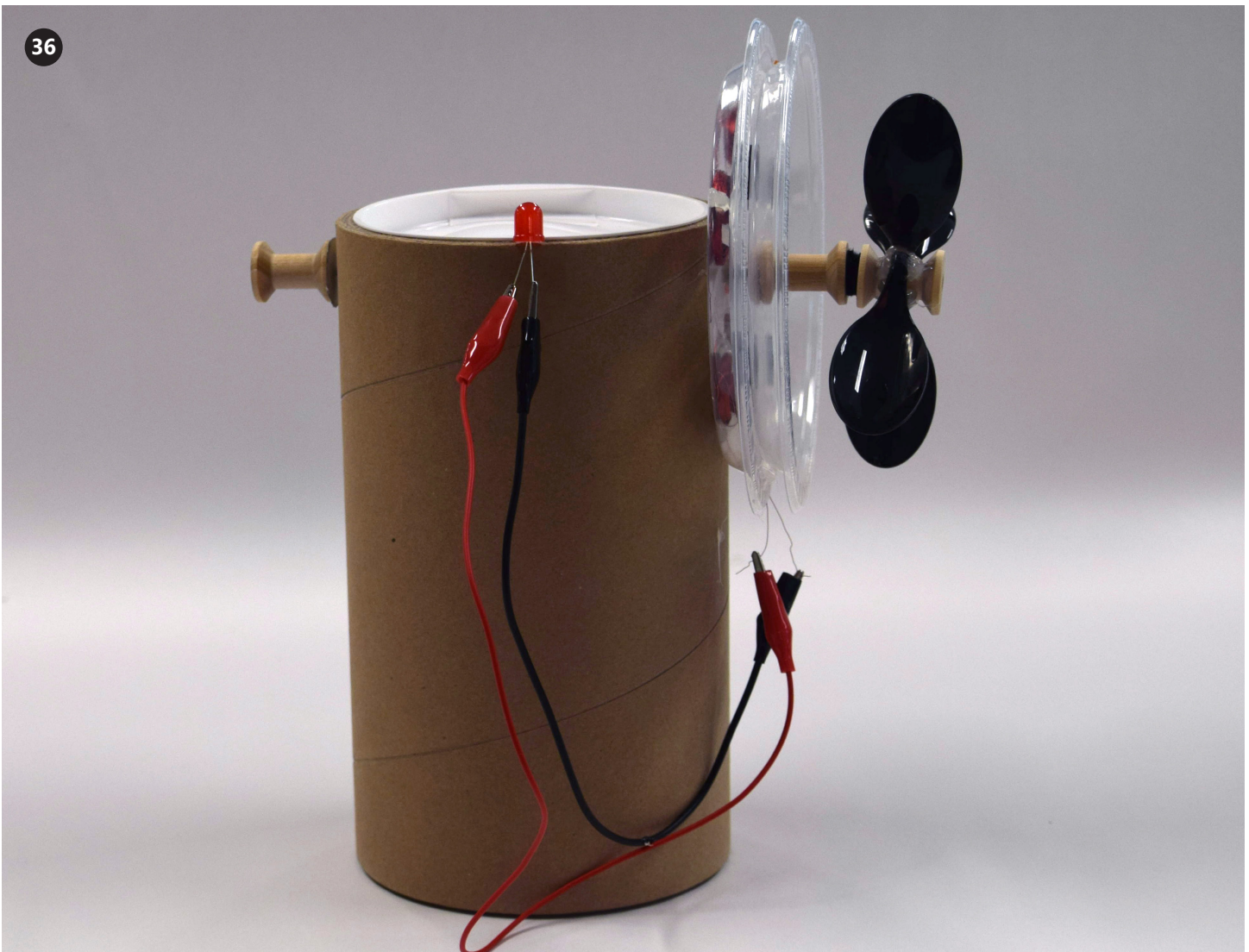
29 벨크로로 블레이드 설계를 붙이고 대나무 꼬챙이의 날카로운 부분을 잘라냅니다. 와이어를 사포로 가볍게 갈아서 코팅을 제거합니다.



30 그런 다음, 앨리게이터 클립의 한쪽 끝을 고정자 코일 와이어에 연결합니다.



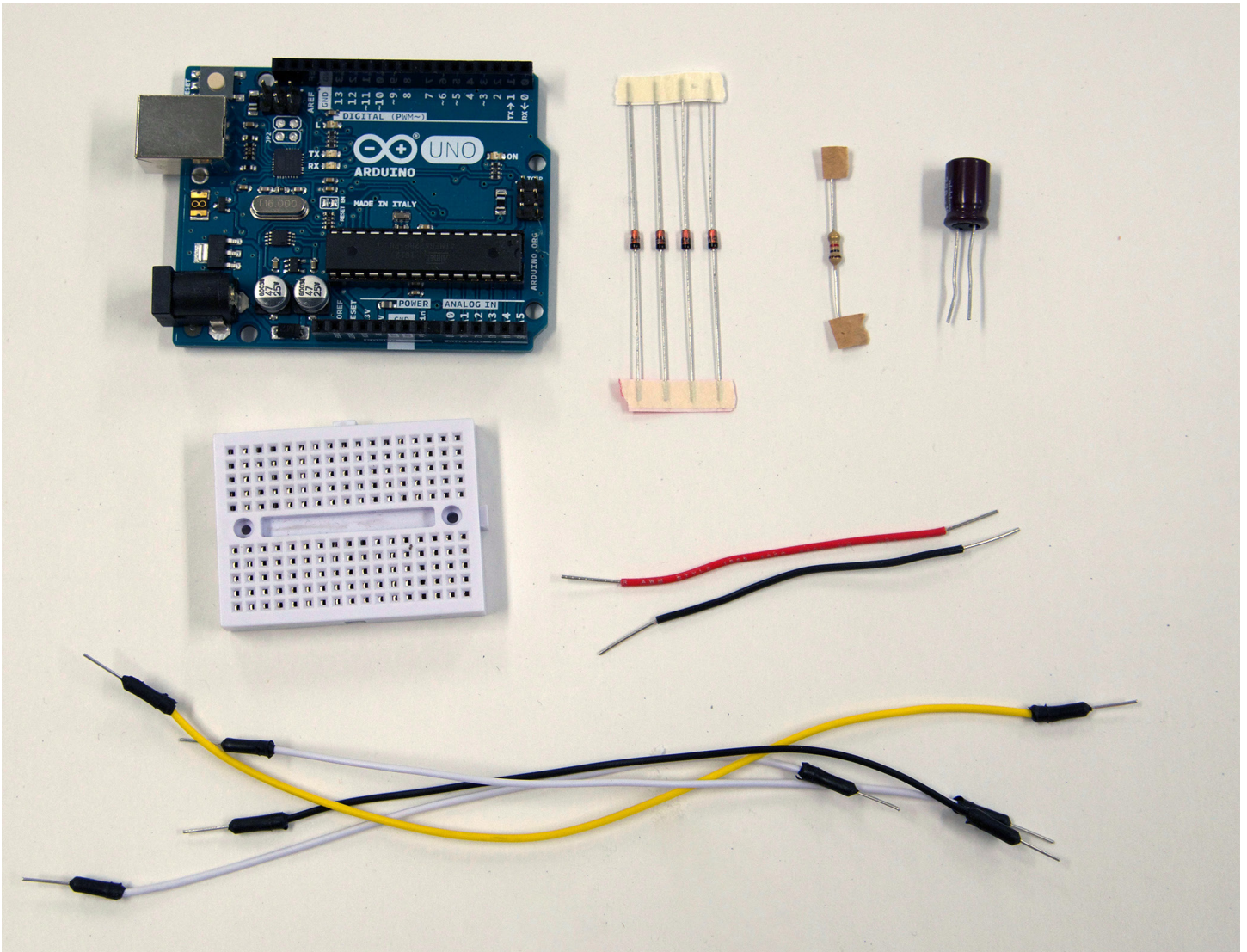
35
 앨리게이터 클립의 반대쪽은 LED에 연결합니다. 교류 전류를 발전하므로 와이어를 연결할 LED 극을 구분하지 않아도 됩니다.



36
 헤어드라이어로 바람을 만듭니다. 터빈 날개가 돌아가면서 전기가 발전되고 LED에 불이 들어올 것입니다.

★ **잘하셨습니다!** 풍력 발전 터빈을 완성하셨습니다. 이제 터빈을 마이크로컨트롤러에 연결하면 됩니다!

Arduino에 연결



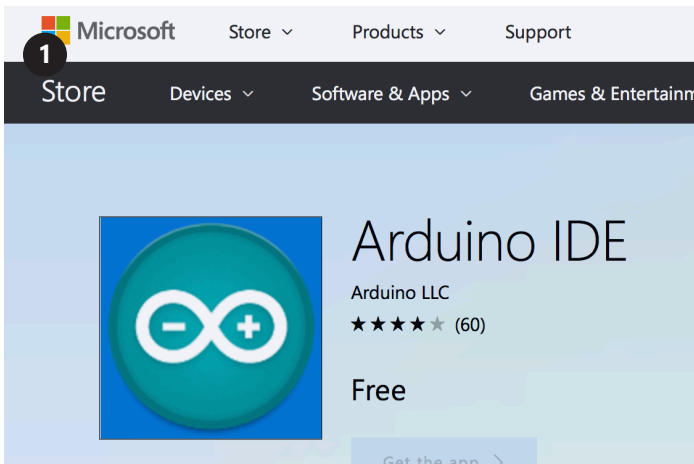
준비물

재료

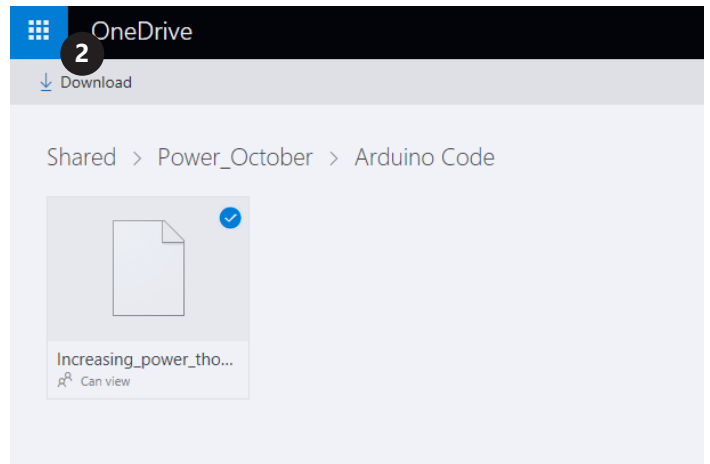
Arduino Uno 1개
범용 다이오드 4개(1N4148 또는 유사한 제품)
100Ohm 저항기 1개
220uF 캐패시터 1개
브래드보드 170핀 1개
끝을 제거한 점퍼 와이어 3개
핀 엔드(pin-ended) 와이어 4개

기술 요구 사항 먼저 확인하기:
aka.ms/hackingSTEMpower

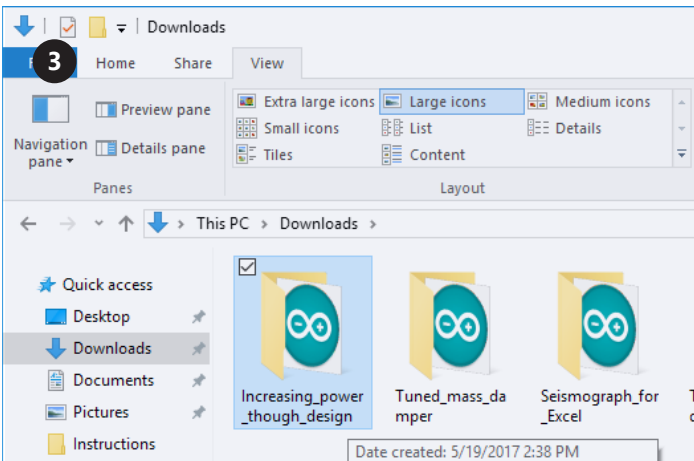




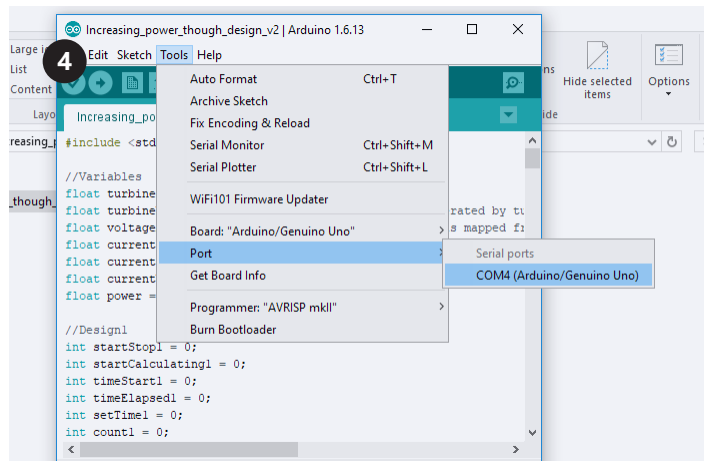
먼저 USB코드로 Arduino UNO를 컴퓨터에 연결하고, 프롬프트에 따라 Arduino IDE를 다운로드해서 설치합니다.



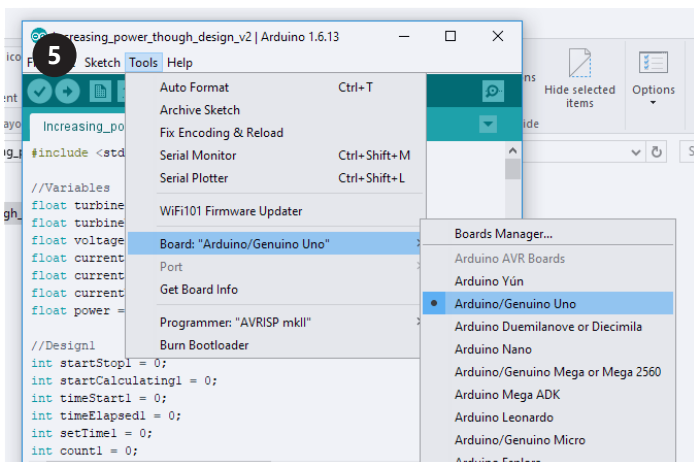
aka.ms/powerarduinocode에서 플래시 코드를 다운로드합니다.



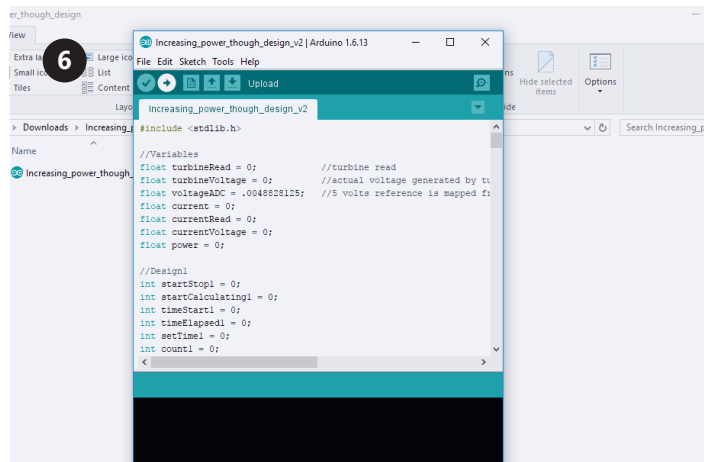
다운로드한 파일을 열고 Arduino 앱을 시작합니다.



그 다음에는 도구(Tools) > 포트(Port) > COM4(Arduino Uno)를 선택합니다. COM4와 다른 포트를 사용할 수도 있습니다.



그런 다음 도구(Tools) > 보드(Board): "Arduino/Genuino Uno" > Arduino/Genuino Uno를 선택합니다.



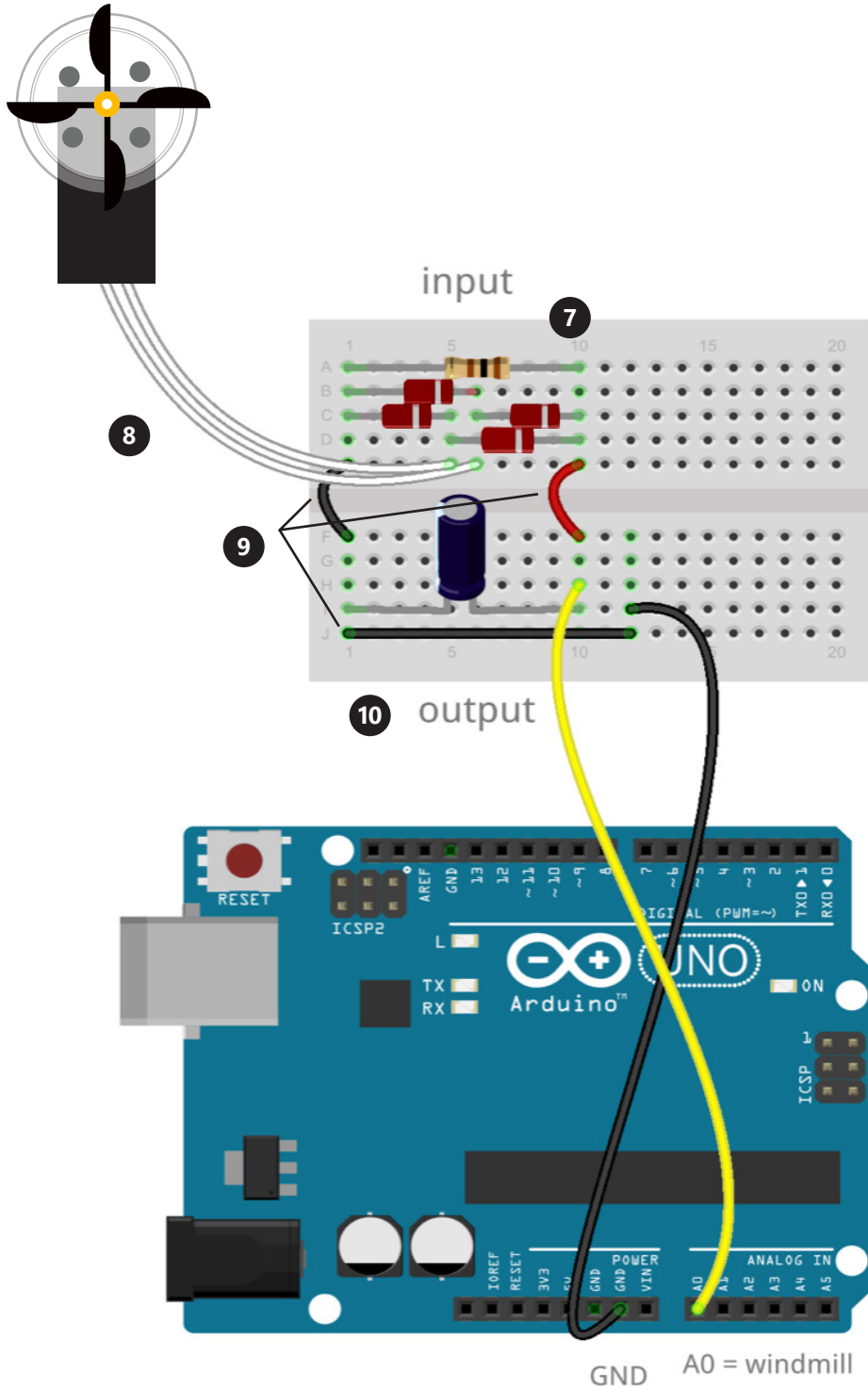
원으로 된 오른쪽 화살표 버튼을 클릭해서 업로드합니다.

7 브레드보드와 Arduino를 터빈 위에 놓습니다. 다이오드 4개와 저항기 1개의 끝부분을 자르고 구부려서 브레드보드에 넣습니다.

8 브레드보드의 핀 엔드 와이어 2개를 터빈의 앨리게이터 클립과 연결합니다(원래 LED에 연결).

9 절연 와이어 3가닥의 가장자리를 벗겨서 사진의 위치에 놓습니다.

10 캐패시터를 꽂은 다음, 브레드보드의 핀 엔드 와이어 2개를 Arduino에 연결합니다.



★ 축하합니다! Excel에 연결해서 데이터를 시각화하고 전기로 통신할 수 있습니다!

데이터 시각화

전체 프로젝트를 완료하려면 다음 기술 요구 사항을 충족해야 합니다.

- Windows 10과 Excel 2016이 설치된 PC(데스크톱)
- Project Cordoba 애드인: 프로젝트에서 실시간 데이터 스트리밍을 지원하도록 Microsoft Excel 2016을 무료 애드인으로 업데이트합니다. aka.ms/getaccess
- 맞춤 Excel 워크북: <http://aka.ms/powerexcelworkbook>

Excel 워크북 기초

시작하기

헤어드라이어로 바람을 만들고 "설계 시험 실행(Run Design Trial)"을 선택합니다. 15초 실험 타이머가 시작되면서 "준비, 시작! (Ready, Set, GO!)" 카운트다운이 시작됩니다. 터빈을 15초간 발전시키는 동안 Excel에서 발전량을 시각화합니다. "발전" 배터리와 그래프는 타이머가 "0"에 도달하면 평균 출력(watts)을 표시합니다. 설계를 1에서 3으로 이동하면 "발전" 배터리와 "실험 운전 없음(No Trial Running)" 상자가 분홍색에서 보라색으로 바뀝니다.

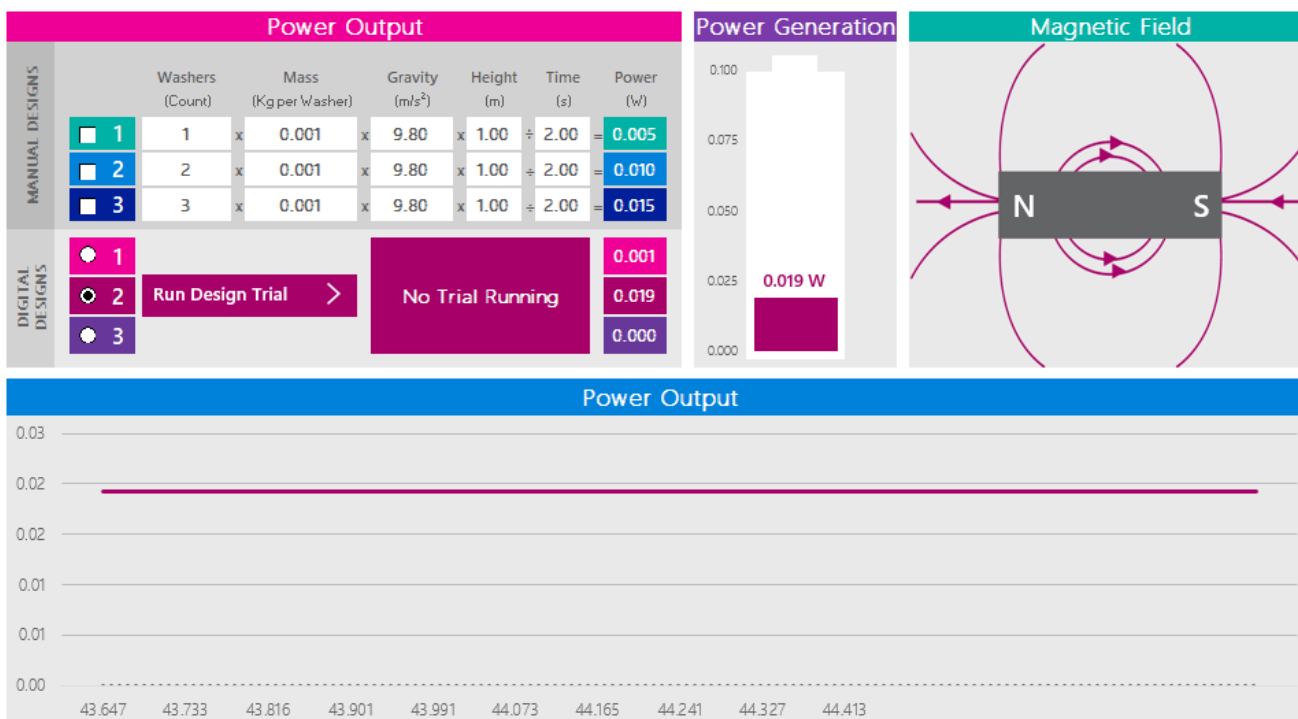
전력 출력

수동 설계: 이 섹션에서는 수동 풍차 실험에서 얻은 데이터를 입력합니다. 발전량이 W로 계산됩니다. 설계 번호 왼쪽에 있는 상자에 표시해 전력 계산값을 "발전량" 선 그래프에 표시할지 선택합니다.

디지털 설계: 여기서 한 번에 하나씩 터빈의 데이터를 시각화합니다. 데이터 수집/시각화에 사용할 풍력 발전 터빈 실험 번호를 선택합니다. 그런 다음, 위와 같이 설계 실험 실행(Run Design Trial) 버튼을 누릅니다.

전력 발전 및 자기장

풍력 발전 터빈을 발전하는 동안 자석이 자석 코일을 지나가면 전자기장이 발생하고 자기장 필드에 시각적으로 나타납니다.



템플릿

7인치(17.78cm) 접시용 고정자/로터 템플릿

