

## 작품 요약 설명

공기 속에 채워진 알갱이의 크기가 작고, 공기 안을 절반 정도 채워서 알갱이들이 서로 마찰을 일으킬 수 있는 공간이 충분했을 때 공기 성능이 가장 좋아진다는 것을 실험으로 확인하고 그 이유를 과학적으로 탐구하였다. 실험을 통해서 공기 알갱이의 크기에 따라 공기의 성능과 공기의 성질이 서로 관련이 있음을 확인하였다. 그 이유를 에너지 보존 법칙과 마찰열에 의한 에너지 변환 이론으로 설명할 수 있었다. 또한 알갱이의 크기가 작고 개수가 많을수록 마찰열이 더 커지는 것을 마찰열 측정장치를 이용한 온도변화 관찰 실험을 통해서 확인 할 수 있었다.

## 연구내용

### ① 탐구 동기 및 목적

학교에서 공기놀이를 자주 한다. 공기를 잘하는 친구들의 공기는 내가 가진 공기 알갱이의 크기와 무게가 달랐다. 공기 성능은 공기 속 알갱이의 크기와 관련이 있을 거라는 생각이 들었는데 어떤 과학적 이유가 있는지 궁금해 탐구를 시작했다.

### ② 탐구 준비

공기에 들어가는 모래 알갱이의 크기를 다르게 하여 3가지 종류의 공기들을 만들었다. 실험 조건을 유지하기 위해 공기의 외피와 무게는 같게 하였다.



그림 2: 공기 외피

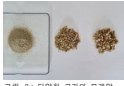


그림 3: 다양한 크기의 모래알



그림 5: 모래알 개수 어림하기

### ③ 탐구 순서

Q) 공기의 성능이 공기 속 모래 알갱이의 크기와 관련이 있을까?	Q) 바닥에 공기 떨어뜨리는 공기 손동에 없기 결과와 같을까?	Q) 다섯 알 공기세트의 움직임은 낱알의 움직임과 같을까?
<b>실험 1</b> 서로 다른 크기의 공기알갱이를 손에 올려 놓은 상태에서 공기알갱이의 개수 평균값 측정	<b>실험 2</b> 공기를 떨어뜨려서 바닥에 떨어져 나간 거리의 평균값 측정	<b>실험 3</b> 각 공기세트를 경사면에 굴러 내려간 거리의 평균값 측정

### ④ 탐구 과정 및 결과

#### 실험 1) 손에 올려 놓은 공기의 개수 평균값 측정

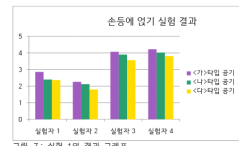


그림 7: 실험 1의 결과 그래프

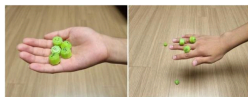


그림 8: 실험 1 (공기 손동에 없기)

#### → 작은 크기의 모래알을 사용할수록 손동에 올라간 공기의 개수가 많았다.

#### 실험 2) 공기를 떨어뜨려 굴러간 거리 평균값 측정

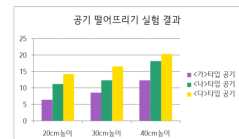


그림 9: 실험 2의 결과 그래프



그림 10: 실험 2 (공기 떨어뜨리기)

#### → 작은 크기의 모래알을 사용할수록 떨어져 나간 거리가 짧았다.

#### 실험 3) 경사면에서 굴러 내려간 거리의 평균값 측정

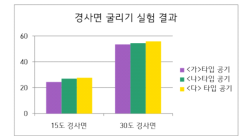


그림 11: 실험 3의 결과 그래프



그림 12: 실험 3 (공기세트의 경사면 굴러가기)

#### → 작은 크기의 모래알을 사용할수록 굴러간 거리가 짧았다.

### ⑤ 탐구 결과에 대한 과학적 해석과 심화 실험

#### 1) 에너지 보존 법칙

$$\text{수직 운동에너지} + \text{수평 운동에너지} + \text{소리/열에너지} = \text{일정한}$$

#### 2) 에너지 변환

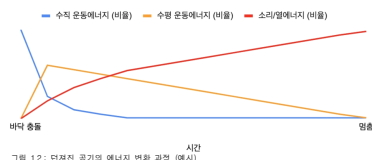


그림 12: 단색선 공기의 에너지 변환 과정 (예시)

#### → 운동에너지는 마찰로 인해 소리 / 열에너지로 변환된다.

### 3) 마찰력

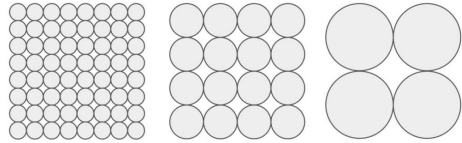


그림 13: 모래알의 크기에 따른 서로 만나는 개수 비교 (2차원의 경우)

#### → 모래알의 크기가 작아 모래알 개수가 많아지면 서로 만나는 면이 많아져서 마찰력이 커진다.

### 4) 알갱이의 크기에 따른 마찰열 측정 (심화 실험-실험 4)

#### (가) 크기가 다른 쇠구슬을 회전시켜 마찰열을 발생시켜 온도 측정



그림 14: 마찰열 측정장치. (회전 모터부터 시계방향으로) 마찰열 발생장치와 온도 용기, 온도 측정장치, 크기가 다른 쇠구슬, 각 장치의 결합 한 모습

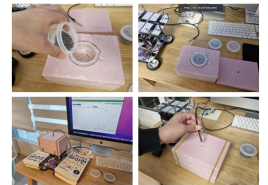


그림 15: 마찰열 측정 과정



그림 17: 온도변화 데이터 기록을 위한 블록코딩 프로그램



그림 18: 온도변화 데이터 기록 과정

#### (나) 마찰열에 의한 온도변화 비교 분석

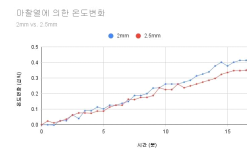


그림 19: 마찰열에 의한 온도 변화 그래프

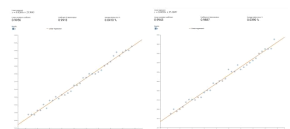


그림 20: 온도변화 데이터에 대한 선형회귀분석 결과

#### → 작은 크기의 쇠구슬의 온도변화 속도가 더 빨랐다 (마찰열이 더 크다).

### 5) 공기 안의 채워진 공간의 크기에 따른 성능 비교 실험 (심화 실험- 실험 5)



그림 22: 실험 5의 결과 그래프

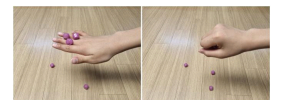


그림 21: 실험 5 (공기 손동에 없기)

#### → 모래알이 공기 안을 절반 정도 채워서 알갱이들이 서로 마찰을 일으킬 수 있는 공간이 충분했을 때 가장 좋은 성능을 보였다.

### ⑥ 결론 및 추가 필요성

**공기 알갱이들이 작을수록 공기의 성능이 더 좋아질 것이라는 가설을 세우고 이를 탐구 하였다.** 실험을 통해 공기 속에 채워진 알갱이의 크기와 공기 속의 빈 공간의 크기가 공기 성능에 중요한 영향을 미친다는 사실을 발견하였다. 단색선 공기는 운동에너지가 소리/열에너지로 바뀌면서 결국 멈추게 되는데, 이때 공기의 무게가 같을 때 알갱이의 크기가 작아지면 알갱이의 수가 늘어나게 되므로 알갱이들이 서로 만나는 접이 많아져서 전체적으로 마찰력이 커지게 된다. 따라서 운동에너지가 소리/열에너지로 바뀌는 속도가 빨라지게 되어 공기가 더 잘 멈추게 된다. 공기가 손등이나 바닥에 닿았을 때 잘 멈추면 공기놀이에서 다루기가 쉬워져서 성능이 올라가게 된다. 알갱이의 크기가 작아 개수가 많아질수록 공기가 흔들릴 때 발생하는 마찰 열이 커진다는 사실을 직접 제작한 마찰열 측정장치를 이용해서 얻어진 온도변화 데이터의 비교를 통해서 확인할 수 있었다. 공기 속의 알갱이들이 공기 안을 절반 정도 채워서 알갱이들이 서로 마찰을 일으킬 수 있는 공간이 충분했을 때 공기의 성능이 가장 좋아진다는 것을 추가 실험을 통해서 확인하였다.

### ⑦ 활용 방안

- 초등학교생들을 위한 공기놀이 실험 교구 제작 → 공기 속 쇠구슬 마찰열 실험 및 측정, 에너지 보존 법칙과 변환 이론을 쉽게 이해할 수 있게 교육 자료로 활용
- 흡입 개선된 공기 제작 → 수입산 공기 제품 대체 가능



그림 16: 마찰열 측정 실험 동영상 QR Code