



중단원 도입부

중단원 도입부 사진은 공기가 가득 들어 있는 커다란 공 모양의 튜브 속에 사람이 들어가 물 위에 떠 있는 모습이다.

튜브가 팽팽해질 수 있는 것은 그 속에 공기가 들어 있기 때문이다. 모든 물질이 부피를 가지고 있듯이 공기와 같은 기체도 공간을 차지하고 있다. 단지 우리 눈에 보이지 않기 때문에 인식하기가 어려울 뿐이다.

만약 공기가 공간을 차지하지 않는다면 튜브가 크게 팽창할 수 없을 것이다.

핵심 질문

★ 튜브 속을 채우고 있는 것은 무엇일까요?

튜브 속에는 공기가 가득 들어 있다. 공기는 공간을 차지하기 때문에 공 모양을 유지할 수 있다. 즉, 둥근 공 모양은 공 안의 공기가 차지하고 있는 공간의 모양이다.

★ 공기는 무게를 가지고 있을까요?

고체, 액체와 같이 기체도 무게를 가지고 있다. 따라서 공기는 무게를 가지고 있다.

학습 용어

- ▣ **기체**: 물질이 일정한 부피와 모양을 가지고 있지 않는 상태.
- ▣ **무게**: 지구가 지구 상의 물체를 잡아당기는 힘의 크기.



배경 지식

1. 기체의 일반적인 성질

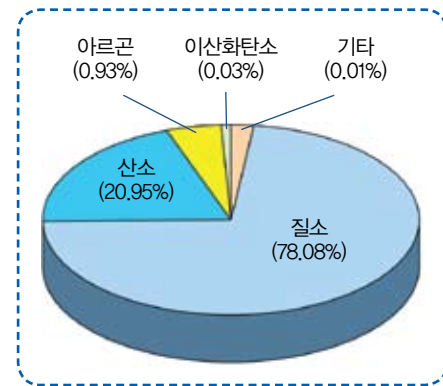
‘기체’란 말은 1662년 벨기에 물리학자인 헬몬트가 물질의 특수한 형태를 서술하기 위하여 처음 사용하였는데, 그리스어인 대혼란(chaos)이란 단어에서 유래되었다.

모든 기체는 작든 크든 간에 가능한 한 모든 공간을 차지하기 위해 균등하게 팽창한다. 기체는 온도와 압력에 의해 팽창하거나 수축하는 성질이 있다. 즉, 온도가 높아지면 부피가 커지고, 온도가 낮아지면 부피가 작아진다. 또, 압력이 커지면 부피는 작아지고, 압력이 작아지면 부피가 커진다.

또한, 기체는 무게를 가지고 있다. 기체마다 무게가 약간씩 다른데, 수소나 헬륨 같은 기체는 공기보다 가벼워 이것이 들어 있는 풍선은 하늘 위로 올라가고, 이산화탄소나 부탄과 같은 기체는 공기보다 무거워 이것이 들어 있는 풍선은 바닥으로 내려간다.

2. 공기의 조성

공기는 색깔과 냄새가 없는 기체로, 보통 공기의 성분을 이야기할 때는 깨끗하고 건조한 공기의 평균 조성을 말한다. 공기는 여러 가지 성분으로 되어 있는데 질소와 산소가 공기의 99% 정도를 차지하고, 아르곤이 0.93%, 이산화탄소가 0.03%를 차지한다. 이 밖에 네온, 헬륨, 크립톤, 크세논, 메테인, 수소, 일산화탄소 등의 기체들이 매우 작은 비율로 존재한다. 이런 건조 공기의 구성 비율은 장소에 상관없이 거의 일정하다. 공기 중에 들어 있는 수증기의 양은 3~4%로 지역이나 날씨에 따라 다소 차이가 있다.



공기의 조성

3. 워터워크(Waterwalk)와 조빙



워터워크

교과서 32쪽에 제시된 그림은 ‘워터워크’라고 불리는 수상 놀이 기구이다. ‘워터워크’는 지름 2m의 고무로 만든 공 안에 들어가 물 위를 걷고 구르면서 즐기는 레포츠이다. 사람이 공 안에 들어간 후 지퍼로 입구를 막고 공기를 주입하여 둥글게 펼쳐지게 한다. 사람이 들어가 있는 상태에서 공을 물에 던지게 되면 공 안에 있는 사람은 균형을 잡기 위해 일어서고 넘어지고를 반복하게 된다.

워터워크와 비슷한 것으로 조빙(zorbing, 조르빙이라고도 한다.)이라는 레포츠가 있다. 지름 3.2m의 커다란 원형 플라스틱 공 안에 1.8m의 또 다른 공이 들어 있는데, 이를 조브(zorb)라 하고, 조브 안쪽 공에 사람이 들어가 언덕이나 비탈길을 내려오는 레포츠를 조빙이라 한다. 조브에 공기를 주입하면 80kg 가량 무게가 나가며, 1000여 개의 특수한 줄이 외부와 내부의 공을 완벽하게 연결하고 있다. 1996년에 뉴질랜드에서 처음 시작되어 호주, 스위스 등으로 확산되어 현재 세계 20여 나라에서 즐기는 레포츠로 발전하였다.

6 / 10
차시

교과서_ 34~35쪽
실험 관찰_ 12~14쪽

컵 안의 종이배가 어떻게 되는지 알아봅시다

| 학습 목표 |

1. 공기가 공간을 차지함을 실험을 통하여 알 수 있다.
2. 일상생활에서 나타나는 자연 현상에 대하여 호기심을 갖고 해결하려는 태도를 갖는다.
3. 컵 안의 종이배가 어떻게 될지 자신의 예상을 확인하기 위해 적극적으로 실험을 수행하는 태도를 갖는다.

2 부피와 무게를 가지는 기체

34~35 컵 안의 종이배가 어떻게 되는지 알아보기

1. 바닥에 구멍이 없는 컵과 구멍이 있는 컵을 준비하여 채우고, 컵을 뒤집어서 아래로 놓았을 때, 수조와 컵 안에서 각각 어떤 현상이 일어날지 예상하여 봅시다.

* 예상되는 현상 ○ 표시

예상	바닥에 구멍이 없는 컵을 준비하여 채움 때	바닥에 구멍이 있는 컵을 준비하여 채움 때
컵 안	컵 안에 물이 들어갈 것이다.	○
컵 안의 물이 들어갈 것이다.	○	
수조 안 물의 높이가 거의 변하지 않을 것이다.	○	○
종이배는 컵 안으로 내려갈 것이다.	○	
종이배는 물에 뜰 것이다.		○
종이배는 물에 뜰 것이다.	○	

12

2

2. 바닥에 구멍이 없는 컵과 구멍이 있는 컵을 준비하여 채우고, 컵이 물에 잠길 때까지 천천히 놓아 봅시다. 그리고 수조와 컵 안에서 일어나는 변화를 각각 관찰하여 봅시다.

구분	바닥에 구멍이 없는 컵을 준비하여 채움 때	바닥에 구멍이 있는 컵을 준비하여 채움 때
컵 안	• 컵 안에 물이 들어가지 않는다. • 컵 안에 수면이 낮아진다.	• 컵 안으로 물이 들어간다. • 컵 안에 물이 들어갈수록 수면이 높아진다. • 컵 안의 수면과 컵 바깥의 수면이 같아진다.
수조 안 물의 높이가	• 거의 변하지 않는다.	• 거의 변하지 않는다.
컵 안의 종이배	• 종이배는 컵 안으로 내려간다. • 종이배는 물 위를 떠서 움직이지 않는다. • 종이배는 컵 바깥에 뜰 것이다.	• 종이배는 컵 안으로 내려간다. • 종이배는 물 위를 떠서 움직이지 않는다. • 종이배는 컵 바깥에 뜰 것이다.

13



학습 내용 및 활동

수업을 위한 동기 유발

- 튜브에 바람을 넣는 장면을 보여 주며 학생들이 이야기하게 한다.
 - 바닷가 모래사장에서 펌프를 이용하여 튜브에 공기를 넣고 있다.
- 펌프 손잡이를 밀고 당기면 튜브는 어떻게 되는지 이야기하게 한다.
 - 접혀 있던 튜브가 점점 펴지고, 나중에는 탱탱해진다.
- 펌프를 튜브에 대지 않고 손이나 얼굴에 대고 손잡이를 밀고 당긴 경험을 이야기하게 한다.
 - 시원한 느낌이 든다. - 무엇이 지나가는 느낌이 든다.
 - 주둥이를 막으면 손잡이를 밀고 당기기 힘들다.



튜브에 바람을 넣는 펌프

- ❖ 유의점
 - 동기 유발 활동을 통하여 학습 주제가 공기가 가지고 있는 성질을 알아보는 활동임을 안내한다.

[1] 컵 안의 종이배가 어떻게 될지 예상하여 보기

- 1 이 책 144쪽의 '1'을 참고하여 학생들에게 종이배 두 개를 접는다.

- ❖ 유의점
 - 종이배의 균형이 잘 잡혀야 실험이 잘 되므로 종이배의 바닥을 잘 펴도록 한다. 종이배 대신에 종이 모터보트를 접어서 할 수도 있다. 종이 모터보트는 바닥 부분이 넓어서 더 안정적이다. 컵 안에 종이배가 들어가기야 하므로, 색종이를 $\frac{1}{4}$ 로 잘라 종이배를 접도록 한다.

- 2 수조에 물을 $\frac{2}{3}$ 정도 담고 물의 위치를 표시한 후, 종이배를 물에 띄우도록 한다.



종이배



종이 모터보트



물에 띄운 종이배

- 3 교과서 34쪽과 35쪽 사진을 보며 바닥에 구멍이 없는 컵과 구멍이 있는 컵으로 종이배에 씌우고 위에서 누를 경우, 수조와 컵 안에서 어떤 현상이 일어날지 예상하여 이야기한다.

- ❖ 유의점
 - 학생들이 그림을 보고 상황을 제대로 파악한 후 예상을 해 보게 한다. 특히 컵 안에서 나타나는 현상과 수조의 물의 높이를 구분하여 구체적으로 이야기하도록 지도한다.



바닥에 구멍이 없는 컵

- 4 바닥에 구멍이 없는 컵을 종이배에 씌운 후, 컵을 위에서 누를 경우 어떤 현상이 일어날지 이야기한다.

- 컵 안에 물이 들어가지 않을 것이다.
- 종이배는 점점 아래로 내려갈 것이다.
- 수조의 물의 높이는 점점 높아질 것이다.



바닥에 구멍이 있는 컵

수업의 흐름

[1] 컵 안의 종이배가 어떻게 될지 예상하여 보기

- 바닥에 구멍이 없는 컵과 구멍이 있는 컵을 종이배에 씌우고 위에서 누를 경우, 수조와 컵 안에서 나타나는 현상을 예상한다.

[2] 컵 안의 종이배가 어떻게 되는지 실험하기

- 컵이 물에 잠기도록 천천히 누르면서 수조와 컵 안에서 일어나는 변화를 관찰하여 본다.

[3] 공기의 성질 알아보기

- 실험을 통하여 공기가 가지고 있는 성질을 알아본다.

준비물

모둠(개인): 수조, 물, 종이배(또는 종이접기용 종이) 2개, 투명한 플라스틱 컵 2개(하나는 구멍이 있는 것), 유성 펜

❖ 유의점

- 종이배는 플라스틱 컵 안에 들어갈 정도로 작게 접어서 만든다. 대체물로 병뚜껑이나 장난감 모형 배를 이용할 수도 있다.
- 종이배는 수업 시작 전에 접어 놓으면 시간을 절약할 수 있다.
- 플라스틱 컵은 되도록이면 큰 것을 사용하고, 하나는 구멍이 뚫린 것을 준비한다.
- 플라스틱 컵에 구멍을 뚫을 때에는 코르크 마개를 뚫을 때 사용하는 고무마개나 일구 펀치를 이용하면 편리하다.
- 플라스틱 컵 대신에 페트병을 반으로 잘라 바닥 부분은 구멍이 없는 플라스틱 컵 대용으로, 병 주둥이 부분은 구멍이 있는 플라스틱 컵 대용으로 사용한다.



구멍을 내는 모습

⑤ 바닥에 구멍이 있는 컵을 종이배에 씌운 후, 컵을 위에서 누를 경우 어떤 현상이 일어날지 이야기한다.

- 종이배가 물에 잠길 것이다.
- 컵 안으로 물이 들어갈 것이다.
- 수조의 물의 높이는 거의 변화가 없을 것이다.
- 컵 안의 공기가 구멍을 통하여 빠져나갈 것이다.

[2] 컵 안의 종이배가 어떻게 되는지 실험하기

① 실험을 통하여 알아보게 한다.

② 먼저, 바닥에 구멍이 없는 컵을 종이배에 씌운 후, 컵이 물에 잠기도록 천천히 눌러 수조와 컵 안에서 일어나는 변화를 관찰한 후 이야기한다.

- 컵 안의 종이배의 위치가 점점 낮아지고, 종이배의 돛 부분이 물에 젖지 않는다.
- 컵 안의 물의 높이가 점점 낮아진다.
- 수조 안 물의 높이가 점점 높아진다.



컵을 종이배에 씌웠을 때



컵이 물속에 반 정도 잠기도록 눌렀을 때



컵이 물속에 완전히 잠기도록 눌렀을 때

③ 이번에는 바닥에 구멍이 있는 컵을 종이배에 씌운 후, 컵이 물에 잠기도록 천천히 눌러 수조와 컵 안에서 일어나는 변화를 관찰한 후 이야기한다.

- 처음에는 종이배의 위치가 변함이 없다가 컵의 바닥에 닿아 눌리면 물에 젖는다.
- 컵 안의 물의 높이는 거의 변하지 않는다.
- 수조 안 물의 높이도 거의 변하지 않는다.

❖ 유의점

- 경우에 따라서 컵 안의 공기가 빠져나오면서 소리를 내는 경우도 있다.



컵을 종이배에 씌웠을 때



컵이 물속에 반 정도 잠기도록 눌렀을 때



컵이 물속에 완전히 잠기도록 눌렀을 때

④ 컵으로 씌운 종이배가 각각 어떻게 되었는지 비교하여 이야기한다.

- 바닥에 구멍이 없는 컵으로 종이배를 누를 경우 종이배는 돛 부분이 물에 젖지 않지만, 바닥에 구멍이 있는 컵으로 종이배를 누를 경우에는 종이배가 물에 잠겨 완전히 젖는다.
- 바닥에 구멍이 없는 컵으로 종이배를 누를 경우 종이배의 위치가 점점 낮아지지만, 바닥에 구멍

이 있는 컵으로 종이배를 누를 경우에는 위치가 변하지 않다가 컵의 바닥에 닿은 후 점점 낮아져 물에 잠긴다.

[3] 공기의 성질 알아보기

① 왜 이런 현상이 나타나는지 이야기한다.

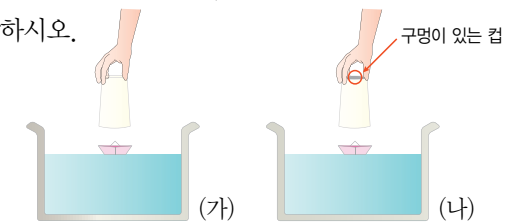
- 바닥에 구멍이 없는 컵으로 종이배를 누를 때에는 컵 안에 공기가 가득 차 있어서 컵 안으로 물이 들어가지 못하기 때문이다.
- 바닥에 구멍이 있는 컵으로 종이배를 누를 때에는 컵 안의 공기가 빠져나와 그 빈 공간을 물이 채우기 때문이다.

② 이 실험을 통하여 알 수 있는 공기가 가지고 있는 성질에 대해 알아본다.

- 공기가 일정한 공간을 차지한다.
- 공기는 다른 곳으로 이동한다.

평가 문항

【1 ~ 3】 다음 그림과 과 같이 종이배를 물에 띄우고 각각 바닥에 구멍이 없는 컵과 구멍이 있는 컵으로 씌운 다음, 컵이 물에 잠기도록 누르는 실험을 하였습니다. 물음에 답하십시오.



1 그림 (가)의 컵 안에서 종이배는 어디에 있는지 위치를 그림으로 나타내시오.



2 그림 (나)처럼 바닥에 구멍이 있는 컵으로 실험을 하였을 때 컵 안과 수조에서 나타나는 현상에 대한 설명으로 옳은 것은 어느 것입니까? (①)

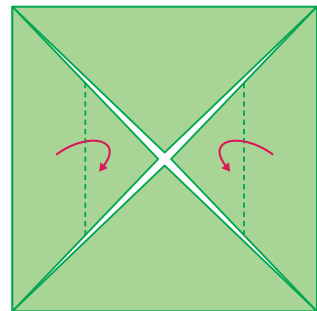
- ① 컵 안에 물이 들어간다.
- ② 컵 안에 공기가 가득 들어 있다.
- ③ 수조에 담긴 물의 높이가 높아진다.
- ④ 컵 안의 물의 높이가 점점 낮아진다.
- ⑤ 종이배가 점점 아래로 내려간다.

3 이 실험을 통하여 알 수 있는 공기의 성질을 쓰시오.

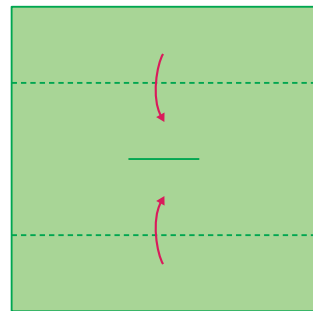
(공기는 일정한 공간을 차지한다.)



1 종이 모터보트는 어떻게 접나요?



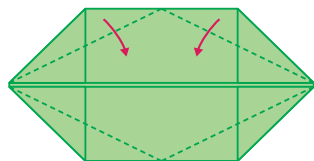
① 중심에 맞추어 네 귀퉁이를 접은 후 점선을 안쪽으로 접고, 전체를 뒤집는다.



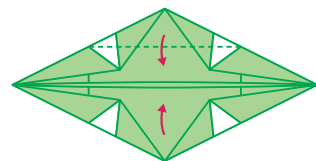
② 중심에 맞추어 접는다.



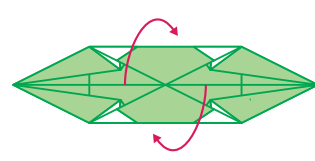
③ 네 귀퉁이를 중심에 맞추어 접는다.



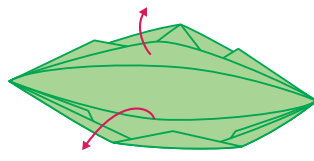
④ 중심에서 비스듬히 접고, 다른 한 쪽도 같이 접는다.



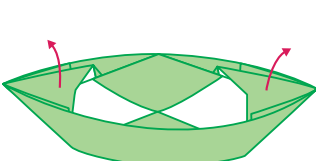
⑤ 중심에 맞추어 접는다.



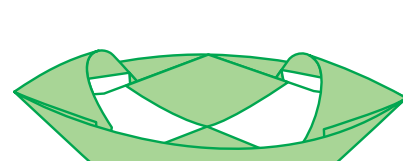
⑥ 한가운데에서 벌린다.



⑦ 벌린 부분을 뒤집는다.



⑧ 끌어 일으킨다.



⑨ 완성

자료: 다나카 이사, '쉽고 재미있는 영어 종이접기', 은하수미디어

2 공기는 눈에 보이지는 않지만 무게가 있다는 것을 누가 처음 알았나요?

공기는 냄새와 색깔이 없기 때문에 눈으로 확인하기가 힘들다. 하지만 바람이 불 때 우리가 받는 느낌이나, 손을 휘저었을 때 손이 받는 느낌을 통하여 공기가 있음을 알 수 있다. 따라서 옛날 사람들은 '공기가 부피와 질량을 가진 물질'이라는 생각을 하지 못하였다.

그러나 갈릴레이가 실제로 공기의 무게를 잴 수 있다는 것을 처음으로 발견하였다. 이후에 액체, 고체와 마찬가지로 공기도 하나의 물질임을 알게 되었다. 그 뒤 갈릴레이의 제자였던 토리첼리가 공기의 무게를 측정하고, 대기압 현상을 발견하였다.

3 달에도 공기가 있을까요?

지구의 대기권과 마찬가지로 대부분의 다른 행성들도 각각 다른 기체 성분들이 대기를 이루고 있다. 이는 행성들이 행성 내 모든 물질을 끌어당기는 힘(지구의 경우는 중력)을 받고 있기 때문이다. 기체도 부피와 무게를 가지고 있기 때문에 행성이 당기는 힘에 의해 그

행성에 머무를 수 있게 된 것이다.

지구와 달리 달에서는 아주 소량의 대기만이 측정되었다. 달은 공기를 끌어당기는 힘(중력)이 지구의 $\frac{1}{6}$ 밖에 되지 않고, 표면 온도가 매우 높아 공기가 모두 달아나 버리기 때문에 공기가 거의 존재하지 않는다.

4 갈릴레이는 어떻게 공기가 무게를 가지고 있다는 것을 알아낼 수 있었나요?

갈릴레이는 우선 압축 펌프를 이용하여 커다란 유리병 안에 공기를 압축해 넣었다. 이것을 수평저울에 올려놓고 저울대가 균형이 되도록 하였다. 그 다음에는 이 유리병의 뚜껑을 열고 다시 저울에 올려놓았다. 그

결과 수평저울은 추를 올려놓은 쪽으로 기울어졌다. 즉, 유리병에 압축해 놓았던 공기의 일부가 밖으로 달아남으로써 그만큼 유리병의 무게가 가벼워진 것이라고 해석해 볼 수 있다.

자료: 김기웅, 공기의 탐구

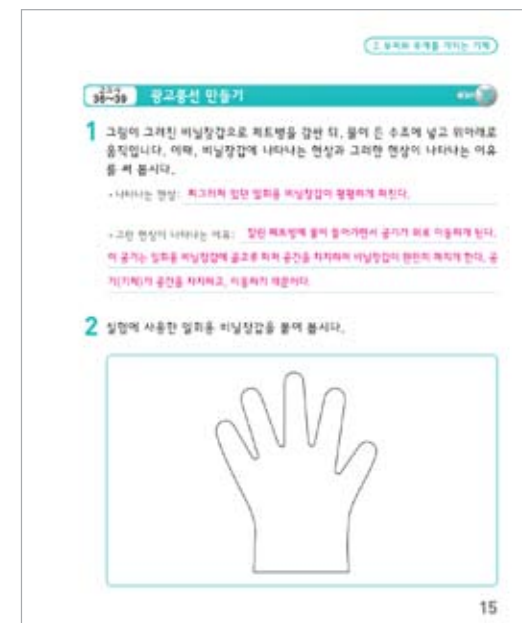
7~8
/ 10
차시

기체가 공간을 차지하는지 알아봅시다

교과서_ 36~39쪽
실험 관찰_ 15쪽

| 학습 목표 |

1. 기체가 공간을 차지하고, 이동함을 설명할 수 있다.
2. 광고풍선의 모양이 변하는 이유를 기체의 성질과 관련하여 설명할 수 있다.
- 3.모둠 활동에 적극 참여하여 협력하는 태도를 지닌다.

수업의 흐름

[1] 기체가 공간을 차지함을 알아보기

- 에어바운스와 풍선, 자전거 타이어 등을 이용하여 기체가 공간을 차지하고 이동하는지 알아본다.

[2] 우리 모듬을 자랑하는 광고풍선 만들기

- 기체가 공간을 차지하고 이동하는 성질을 이용하여 모
듬을 자랑하는 광고풍선을 만들어 본다.

[3] 기체가 공간을 차지하는 성질을 이용한 물건 알아보기

- 생활 주변에서 기체가 공간을 차지하는 성질을 이용한 물건을 살펴보고, 그 특징을 알아본다.

준비물

모둠: 수조 1개, 여러 가지 색의 유성 펜

개인: 일회용 비닐장갑 1개, 페트병 1개, 고무줄 1개(혹은 철사끈), 가위(경우에 따라서)

◆ 유의점

- 칼을 이용하여 페트병의 바닥 부분을 자를 때에는 안전에 유의한다.
- 이때 사용하는 페트병은 1.5L 이상의 것이 좋다.

학습 내용 및
활동

| 수업을 위한 동기 유발 |

- 지난 시간에 종이배를 물에 띄운 후 컵으로 눌러 보는 활동을 통하여 알게 된 공기의 성질은 무엇인지 발표하게 한다.
 - 공기는 일정한 공간을 차지하고 이동한다.
- 오른쪽 사진을 보여 주며, 잠수부가 공기통에 들어 있는 공기를 마시고 내뿜으면 물속에서는 어떤 현상이 일어나는지 발표하게 한다.
 - 공기 방울들이 일어난다.
- 만약 공기들이 공간을 차지하지 않는다면 이 사진은 어떻게 고쳐야 할지 이야기하게 한다.
 - 공기 방울들이 보이지 않을 것이다.



물속에서 공기통에 들어 있는
공기를 마시는 모습

[1] 기체가 공간을 차지함을 알아보기

① 풍선, 에어바운스를 부풀게 하는 것이 무엇인지 이야기한다.

- 공기, 바람

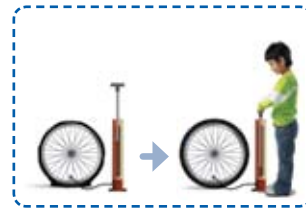
② 공기가 차지하는 공간은 어떤 모양인지 이야기한다.

- 공기가 차지하는 공간은 그것을 담고 있는 그릇의 모양과 같다.

③ 교과서 36~37쪽을 보며, 공기 펌프로 자전거 타이어에 바람을 넣을 때의 공기의 이동에 대하여 이야기한다.

- 공기 펌프의 손잡이를 밀면 펌프 안의 공기가 자전거 타이어 쪽으로 이동하여 자전거 타이어가 부풀어 오른다.
- 요즈음 나오는 공기 펌프의 경우 손잡이를 당겨도 공기가 자전거 타이어 쪽으로 이동하여 자전거 타이어가 부풀어 오른다.

※ 자전거 공기 펌프의 경우는 손잡이를 당기면 밖에 있던 공기가 펌프 안으로 들어오고, 밀면 펌프 안의 공기가 타이어 쪽으로 이동하여 타이어가 부풀어 오른다.



공기 펌프

④ 만약 공기가 공간을 차지하지 않는다면 공기 펌프의 손잡이를 밀고 당겼을 때 자전거 타이어는 어떻게 될지 이야기한다.

- 아무런 변화가 없을 것이다.

[2] 우리 모둠을 자랑하는 광고풍선 만들기

① 모둠별로 모둠을 자랑할 수 있는 자랑거리를 이야기한다.

② 모둠의 자랑거리를 비닐장갑에 유성 펜으로 꾸미도록 한다.

❖ 유의점

- 모둠의 모든 학생들의 의견이 반영될 수 있도록 격려한다.
- 글과 그림이 조화를 이룰 수 있도록 안내한다.
- 모둠의 특성이 나타나게끔 꾸미도록 하되, 학생 개인별로 1개씩 만들도록 한다.
- 다양한 색깔의 유성 펜을 이용하도록 한다.

③ 페트병의 바닥 부분을 칼과 가위로 잘라내도록 한다. 이때, 안전에 유의한다.

※ 수업 전에 먼저 잘라 놓도록 한다.

④ 비닐장갑을 페트병의 입구에 감싼 후 고무줄로 고정한다.

❖ 유의점

- 고무줄 대신에 철사끈을 이용하여 고정할 수도 있다.



㉠ 비닐장갑에 모둠 자랑 꾸미기



㉡ 페트병의 아래 부분 자르기



㉢ 비닐장갑과 페트병을 연결하기

⑤ 페트병을 똑바로 세워 물이 들어 있는 수조에 넣은 후 페트병을 위아래로 움직이며 변화를 관찰한다.

- 페트병을 물속에 넣고 누르면 일회용 비닐장갑에 공기가 들어가 완전히 펴지고 팽팽해진다.
- 페트병을 물속에 넣고 누르면 비닐장갑에 그려진 광고가 잘 보인다.
- 물속에 잠긴 페트병을 물 위로 올리면 비닐장갑에서 공기가 빠져나와 쭈글쭈글해진다.



페트병이 물에 잠기지 않았을 때



페트병이 물에 5cm 정도 잠겼을 때



페트병이 물에 10cm 정도 잠겼을 때

❖ 유의점

- 일회용 비닐장갑에 들어 있는 공기를 모두 뺀 후에 물이 든 수조에 페트병을 넣어 실험을 한다.

⑥ 왜 이런 현상이 일어나는지 이야기한다.

- 잘린 페트병에 물이 들어가면서 공기가 위로 이동하게 된다. 이 공기는 일회용 비닐장갑에 골고루 퍼져 공간을 차지하여 비닐장갑이 완전히 펴진다. 반대로 페트병을 물 위로 올리면 물이 밀려나오면서 일회용 비닐장갑에 있던 공기가 빠져나와 비닐장갑이 쭈글쭈글해진다.
- 공기(기체)가 공간을 차지하고, 이동하기 때문이다.

⑦ 이 실험에 사용한 비닐장갑은 실험 관찰 15쪽에 붙이도록 한다.

[3] 기체가 공간을 차지하는 성질을 이용한 물건 알아보기

① 교과서 38~39쪽을 보며 생활 주변에서 공기와 같은 기체가 공간을 차지하는 성질을 이용한 물건에는 어떤 것이 있는지 이야기한다.

- 자동차 바퀴: 공기가 바퀴의 모양을 유지해 주고, 바닥면과의 충격을 줄여 주는 역할을 한다.
- 놀이 공원의 풍선: 헬륨 기체가 가득 들어 있는데, 실에 매달아 사용한다.
- 과자 봉지: 질소 기체로 채워서 내용물의 신선도를 유지하고, 부서지는 것을 방지해 준다.

❖ 유의점

- 그밖에 공기나 기체를 넣어 사용하는 도구를 안내해 줄 수도 있다.

② 공기가 차지하는 부피를 줄여서 사용하는 물건이나 생활 모습에는 어떤 것이 있는지 이야기한다.

- 압축 팩: 공기를 빼서 부피를 줄여 옷과 이불을 효율적으로 보관할 수 있게 해 준다.
- 고무보트나 튜브를 운반할 때: 공기를 빼서 부피를 줄여야 다루기가 편리하다.

평가 문항

1

기체를 채워서 이용하는 도구가 아닌 것은 어느 것입니까? (②)

- ① 풍선
- ② 압축 팩
- ③ 과자 봉지
- ④ 튜브로 된 놀이 기구
- ⑤ 자전거 타이어



1 가게 앞에 있는 광고풍선은 어떻게 작동하나요?

광고풍선은 사전적 의미로 광고하는 글이나 그림 따위를 매달아 공중에 띄우는 풍선을 말하고, 넓게는 비닐 등을 사용한 기구에 문자·도형 등을 표시하여 건물의 옥상이나 지면에 설치하거나 공중에 띄우는 광고물을 말한다.

오른쪽 사진은 ‘에어간판’이라는 이름으로 많이 사용되고 있다.

가게 앞 광고풍선은 공기 튜브의 아래쪽에 공기를 계속해서 공급해 주는 송풍기가 부착되어 있다. 모터를 이용하여 송풍기에서 바람을 일으켜 주기 때문에 일정한 모양을 유지할 수 있다. 그리고 전기 스위치를 끄면 공기가 공급되지 않기 때문에 부피가 줄어들게 된다.

공기를 불어 넣어 사용하는 놀이 기구로 에어바운스가 있다. 에어바운스는 여러 가지 모양으로 되어 있는데, 여기에 송풍기로 바람을 넣어 일정한 형태를 만든 후에 사용하는 놀이 기구이다. 교과서 39쪽에 제시되어 있는 것이 바로 에어바운스이다.



광고풍선

2 커지지 않는 풍선 만들기

(1) 준비물: 페트병, 송곳, 풍선

(2) 실험 방법

- ① 풍선을 불었다가 바람을 뺀다.
- ② 페트병 안에 풍선을 넣고 페트병 입구를 풍선의 입구로 덮어 씌운다.
- ③ 페트병의 옆면에 송곳으로 구멍을 뚫는다.
- ④ 페트병의 뚫린 구멍을 손으로 막은 다음, 풍선을 불었을 때 어떤 일이 생기는지 관찰한다.
- ⑤ 페트병의 뚫린 구멍을 막지 않고, 풍선을 불었을 때 어떤 일이 생기는지 관찰한다.



① 풍선 불기



② 풍선을 페트병 입구에 씌우기



③ 페트병에 구멍 뚫기



④ 페트병의 구멍을 막고 풍선 불기



⑤ 페트병의 구멍을 막지 않고 풍선 불기

(3) 실험 시 유의점

- ① 3학년 정도의 학생들은 풍선을 부는 데 어려움을 겪을 수 있다. 더욱이 페트병의 구멍을 막은 후에 풍선을 불면 더 큰 어려움을 겪을 수 있기 때문에 본 실험 전에 풍선을 불었다가 바람을 빼어 풍선을 더 부드럽게 한다.
- ② 학생들에게 과학 마술처럼 시연해 주면 재미가 있다. 먼저 ‘실험 방법 ③’ 활동까지 준비한 후 교사는 그냥 불어서 풍선이 커지는 모습을 보여 주고, 학생이 시범을 보일 때는 페트병의 구멍을 막아 풍선이 커지지 않도록 한 후, 왜 커지지 않을까 고민해 보도록 한다.

(4) 왜 그럴까?

페트병을 풍선으로 씌운 후 풍선을 불 때를 생각해 보자. 페트병 안에는 이미 공기가 차 있다. 페트병의 구멍이 뚫렸을 경우에는 풍선을 불면 풍선이 커지면서 페트병 안에 들어 있던 공기가 빠져나가 공간이 생겨서 풍선이 더 커질 수가 있다. 반면, 페트병의 구멍을 막았을 경우에는 풍선을 불면 페트병 안에 공기가 가득 차 있기 때문에 풍선이 커지지 않는다.

이처럼 자연계에 존재하는 모든 물질은 두 물질이 동시에 같은 공간을 차지하지 못한다. 이를 ‘불가입성의 원리’라고 한다. 즉, 한 물질이 어느 공간을 차지하기 위해서는 다른 물질이 그 공간을 비워야 한다.

9 / 10
차시

교과서_ 40~41쪽
실험 관찰_ 16쪽

기체가 무게를 가지는지 알아봅시다

- | 학습 목표 |**
1. 기체가 무게를 가지고 있음을 증거를 들어 설명할 수 있다.
 2. 전자저울의 사용법을 알고, 바르게 사용할 수 있다.
 3. 실험 기구를 소중히 다루는 태도를 갖는다.

**기체가 무게를 가지는지
알아봅시다**

책들 들어 보면 무게를 느낄 수 있습니다. 하지만 공기가 들어 있는 용기를 들어 보면 그다지 무게를 느낄 수 없습니다. 그렇다면 공기는 무게가 있는 것일까요?

공기가 무게를 가지는지 알아보기

무엇이 필요할까요?
작은 공 1개, 공기 펌프 1개, 전자저울 1개, 스티로폼 접시 1개

어떻게 할까요?

1. 책상에 스티로폼 접시를 올려놓고, 공기를 입으로 불어넣는다.
2. 동일한 공을 전자저울에 올려놓고 무게를 잰다.
3. 동일한 공에 공기를 넣기 전에 평행하게 만든 다음, 전자저울에 올려놓고 무게를 잰다.
4. 공기를 넣기 전과 넣은 후의 공의 무게를 비교해 본다.
5. 다른 물체를 실험 결과와 비교해 본다.
6. 이 실험을 통하여 알 수 있는 공기의 성질이 무엇인지 이야기해 본다.

※ 전자저울의 자세한 사용법은 156쪽을 참고하세요.

공기와 같은 기체는 눈에 보이지 않고 만질 수도 없어서 무게가 있는 것 같지만, 기체도 액체나 고체처럼 무게가 있습니다.

가로 1m, 세로 1m, 높이 1m인 상자 안에 든 공기의 무게는 약 1.2kg입니다.

우리가 공부하는 교실 안 공기의 무게는 200kg이 넘습니다.

40~41 공기가 무게를 가지는지 알아보기

1. 공기를 적게 넣은 불평한 공과 공기를 많이 넣은 평행한 공의 무게를 비교하여 봅시다.

구분	불평한 공(g)	평행한 공(g)
무지 코들	185.8	187.3
1호들	185.2	187.1
2호들	183.8	185.9
3호들	185.0	187.5
4호들	184.2	186.7
5호들	184.6	187.9
6호들	185.3	187.8
7호들	185.2	187.6
8호들	184.5	187.2

2. 이 실험을 통하여 알 수 있는 공기의 성질이 무엇인지 이야기해 봅시다.

- 공기의 무게가 있다.
- 공기의 무게가 있다.

수업의 흐름

[1] 공기가 무게를 가지고 있는지 알아보기

- 작은 공에 공기를 넣기 전과 넣은 후에 무게가 어떻게 달라지는지 전자저울을 이용하여 알아본다.

[2] 공기의 무게 알아보기

- 일정 공간에 들어 있는 공기의 무게가 어느 정도 되는지 알아본다.

준비물

모둠: 작은 공 1개, 공기 펌프 1개, 전자저울 1개, 스티로폼 접시 1개

※ 유의점

- 사용하는 작은 공은 바람을 넣었다 뺄 수 있는 것으로, 공기의 양에 따라 크기가 거의 변하지 않는 공이어야 한다. 또한, 학교에 있는 전자저울의 용량을 고려하여 선택하도록 한다. 참고적으로 작은 농구공의 무게는 205g 정도이고, 교과서에 쓰인 공은 스킨볼로 무게가 185g 정도이다.
- 공기 펌프는 공에 바람을 넣을 때 사용하는 펌프이다.

학습 내용 및 활동

| 수업을 위한 동기 유발 |

- 오른쪽 사진을 보며 어떤 모습인지 이야기한다.
 - 군인들이 공기가 가득 들어 있는 고무보트를 나르고 있는 장면이다.
 - 병영 체험을 하는 사람들이 무거운 고무보트를 나르고 있는 장면이다.
- 고무보트에 공기를 넣기 전과 넣은 후의 무게가 어떻게 달라질지 자신의 경험이나 생각을 이야기한다.
 - 별 차이가 없을 것이다.
 - 더 무거운 것이다.



고무보트 나르기

[1] 공기가 무게를 가지고 있는지 알아보기

① 교과서 156쪽을 보면서 전자저울 사용법에 대하여 이야기한다.

- ① 수평계를 이용하여 저울의 수평을 맞춘다.
- ② 전자저울의 전원을 켜다.
- ③ 영점이 맞지 않을 경우 영점/용기 단추를 눌러 영점을 맞춘다.
- ④ 측정하려는 물체를 올려놓고 계기판의 숫자가 변하지 않으면 그 숫자를 읽는다.

② 공기의 무게가 있는지 알아보는 실험을 하도록 한다. 먼저 전자저울에 스티로폼 접시를 올려놓고 영점을 조정한다.

※ 유의점

- 저울 위에 공을 올려놓으면 굴러 떨어지는 경우가 많다. 이를 방지하기 위하여 스티로폼 접시를 이용한 것이다. 이때, 사용하는 스티로폼 접시는 너무 큰 것보다는 접시의



공의 무게 측정

가장자리가 공을 감쌀 정도의 크기가 적당하다. 교과서 사진에 제시된 접시는 지름이 10cm이다. 경우에 따라서는 스티로폼 접시의 아랫부분에 양면 테이프를 붙여 저울에 고정해 실험할 수도 있다.

③ 공기를 뺀 물렁한 공을 저울에 올려놓고, 무게를 잰 후 실험 관찰에 기록한다.

- 물렁한 공의 무게는 185.8g이다.
- 물렁한 공의 무게는 185.5g이다. 등

❖ 유의점

- 참고로 초등학교 3학년 학생들은 수학 교과에서 소수 첫째자리 수까지 배운다.
- 실험을 하기 전에 공의 공기를 빼서 물렁하게 만든다. 이때, 공의 모양은 둥근 형태를 유지하도록 하고, 찌그러지게 해서는 안 된다.

④ 물렁한 공에 공기를 넣어 공을 팽팽하게 만든 다음, 전자저울에 올려놓고 무게를 잰 후 실험 관찰에 기록한다.

- 탱탱한 공의 무게는 186.8g이다.
- 탱탱한 공의 무게는 187.3g이다. 등

❖ 유의점

- 공기를 넣어 물렁한 공을 탱탱하게 만들 때에는 다른 물질(특히 침과 같은 액체)이 공에 달라붙지 않도록 유의한다. 무게에 영향을 줄 수 있기 때문이다.



공에 공기를 넣는 모습

⑤ 공에 공기를 넣기 전과 넣은 후의 무게를 비교하여 어느 것이 더 무거운지 이야기한다.

- 공기를 넣은 공이 더 무겁다.
- 공기를 넣은 공이 약 1.5g 더 무겁다.
- 물렁한 공보다 탱탱한 공이 더 무겁다. 등

❖ 유의점

- 이 실험은 공기의 무게가 얼마인지를 알아보는 활동이 아니라 공기가 무게를 가짐을 알아보는 활동으로 진행되어야 한다. 단지 ‘공기가 많이 든 공이 공기가 약간 들어 있는 공보다 더 무겁다.’를 통하여 공기가 많이 들어 있으면 더 무겁다는 것을 보여 주도록 한다.

⑥ 이 실험을 통하여 알 수 있는 공기의 성질을 이야기한다.

- 공기는 무게를 가지고 있다.
- 기체는 무게를 가지고 있다.

[2] 공기의 무게 알아보기

① 일정 공간에 들어 있는 공기의 무게를 알아본다.

- 가로, 세로, 높이가 각각 1m인 상자 속에 들어 있는 공기의 무게는 약 1.2kg이다.
- 우리 교실에 들어 있는 공기의 양은 200kg이 넘는다.

❖ 유의점

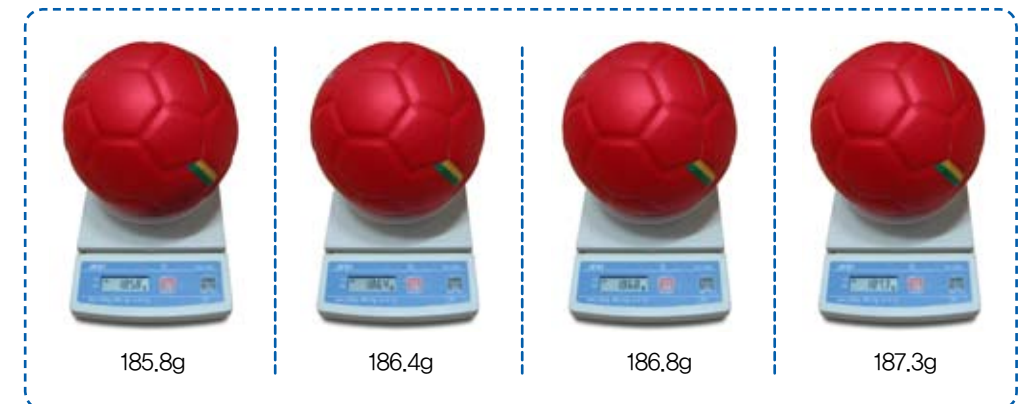
- 학교 교실은 대략적으로 가로 9.0m, 세로 7.5m, 높이 2.5 ~ 3m 정도 된다.
- 공기의 무게를 학생들이 암기하여 계산하기보다는 ‘공기는 무게를 가지고 있다.’는 차원에서 어느 정도의 무게가 되는지 이해하는 수준으로 지도하도록 한다.

② 고무보트를 접어서 운반한 후 물놀이 장소에서 고무보트에 공기를 넣으면 좋은 점을 이야기한다.

- 고무보트의 부피가 줄어들기 때문에 차지하는 공간이 작다.
- 고무보트에 공기가 들어 있을 때보다 덜 무겁다.

- 공에 넣는 공기의 양을 달리하였을 때의 무게 변화(물렁할 때 공의 무게는 185.8g이다.)

참고 자료



※ 공의 무게는 공의 종류와 만든 회사에 따라 달라질 수 있다.

평가 문항

1

전자저울을 이용하여 같은 크기의 물렁한 공과 탱탱한 공의 무게를 비교하였습니다. 이 실험 결과에 대한 설명으로 옳은 것은 어느 것입니까? (③)

- ① 물렁한 공의 무게 > 탱탱한 공의 무게
- ② 물렁한 공의 무게 = 탱탱한 공의 무게
- ③ 물렁한 공의 무게 < 탱탱한 공의 무게

2

기체에 대한 설명으로 옳지 않은 것은 어느 것입니까? (⑤)

- ① 기체는 무게를 가지고 있다.
- ② 고체와 같이 기체도 물질이다.
- ③ 기체는 일정한 공간을 차지한다.
- ④ 기체에는 여러 가지 종류가 있다.
- ⑤ 지구 상에 있는 기체는 공기뿐이다.

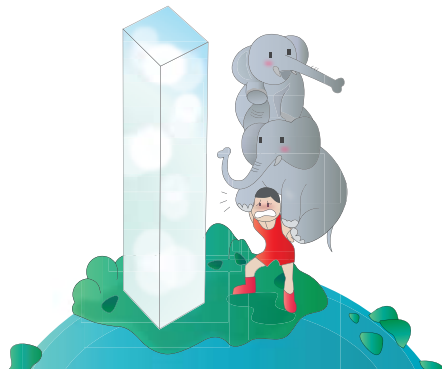


1 공기의 무게는 얼마나 되나요?

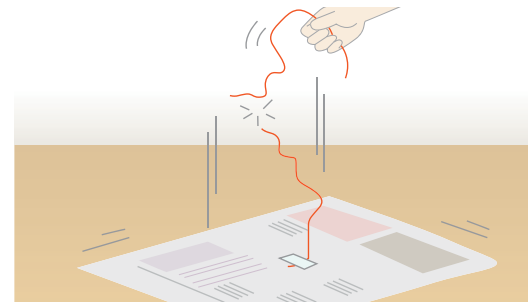
공기는 하늘 높이까지 존재한다. 실제로 사람들의 양어깨를 누르는 공기의 무게는 8000kg 정도 되는데, 이 무게는 코끼리 두 마리의 몸무게를 합친 무게와 비슷하다.

신문지의 가운데를 테이프를 이용하여 실을 붙인 후 빠르게 실을 당기면 실은 끊어진다. 바로 신문지

위에서 공기가 누르고 있기 때문이다. 공기는 1cm² 약 1kg의 힘으로 누르고 있다. 만약 가로가 40cm, 세로가 65cm 되는 어린이 신문을 놓고 계산해 보면 약 2600kg의 공기가 신문지 위에서 누르고 있다는 계산이 나온다.



양어깨를 누르는 공기의 무게는 코끼리 2마리의 무게와 같다.



신문지를 누르는 공기의 무게 실험

2 공기가 무게를 가지고 있기 때문에 나타나는 현상에는 무엇이 있나요?

지구를 둘러싸고 있는 공기를 ‘대기’라고 한다. 공기는 무게를 가지고 있기 때문에 아래로 누르는 힘이 발생한다. 이를 ‘대기 압력’이라 하고, 줄여서 ‘대기압’ 혹은 ‘기압’이라고 한다. 대기압을 처음으로 밝혀낸 사람은 토리첼리이고, 기압을 나타내는 단위는 hPa(헥토파스칼)이다.

지표면 근처에서 고도가 증가할수록 기압은 점점 작아지는데, 100m 높아질 때마다 11.7hPa의 비율로 기압이 줄어든다. 또한, 1500~3000m 높이는 매우 낮은 기압이기 때문에 인간은 이러한 저압 상태에 적응하지 못하여 고산병이 유발되기도 한다.

3 실제 공기의 무게는 어떻게 계산하나요?

공기의 무게를 알아보는 방법은 여러 가지이다.

첫 번째, 공기의 조성을 이용하여 공기의 무게를 계산하는 방법이다. 공기의 조성은 질소 78.08%, 산소 20.95%, 아르곤 0.93%, 이산화탄소 0.03%, 기타 네온, 헬륨, 크립톤 등의 비활성기체와 메탄, 수소, 오존 등의 기체가 0.01%로 되어 있다.

또한, 원자마다 질량이 모두 다른데, 1몰(0℃, 1기압, 22.4L)을 기준으로 질소는 약 14g, 산소는 약 16g, 아르곤은 약 40g, 탄소는 약 12g, 수소는 약 1g 을 갖는다.

이것을 이용하여 공기의 무게를 계산하면,

$$0.7808 \times 14 \times 2 (\text{N}_2) + 0.2095 \times 16 \times 2 (\text{O}_2) + 0.0093 \times 40 (\text{Ar}) + 0.0003 \times 44 (\text{CO}_2) \approx 28.95 \text{g}$$

이 된다.

따라서 0℃, 1기압, 1L 안의 공기의 질량은 28.95g / 22.4L $\approx$ 1.29g/L가 된다. 즉, 건조한 공기는 0℃, 1기

압에서 1m³의 부피에 1.29kg의 무게를 가진다.

또, 공기의 무게는 온도와 기압에 따라 변하는데, 1기압, 10℃에서는 1.25kg, 20℃에서는 1.2kg, 25℃에서는 1.19kg이다.

두 번째, 무게를 직접 측정하는 방법이다. 물속에서 물의 무게를 재는 것이 불가능한 것처럼 공기 속에서 공기의 무게를 측정하는 것은 불가능하다. 이는 유체 속에서 물체의 부피가 갖는 부력 때문이다.

따라서 부력의 영향을 제거하기 위하여 부피가 변하지 않는 용기에 공기를 계속 주입하여 변화된 무게를 측정하였다. 이를 ‘압입법 또는 가압법’이라고 한다. 이 방법을 이용하면 주입한 공기의 부피도 쉽게 알아낼 수 있는데, 이때 수상 치환법을 이용한다. 즉, 공기가 주입된 용기에서 공기를 빼내어 물속에서 눈금 실린더로 공기를 포집하면 주입된 공기의 부피를 알아낼 수 있다.

용기에 들어 있는 공기를 모두 제거하여 공기가 들어 있을 때와 무게를 비교하는 방법이 있다. 이것은 ‘감압법’이라고 할 수 있는데, 진공 펌프를 이용하면 된다.



자료실

4 수평 잡기의 원리를 이용하여 공기가 무게를 가지고 있음을 비교할 수는 없나요?

‘공기가 무게를 가지는지 알아보기’ 활동은 7차 교육과정에서 6학년 2학기 기체의 성질 단원에서 학습하였다. 제7차 교육과정에서는 수평 잡기의 원리를 이용하여 막대의 양쪽에 공기가 들어 있는 비치볼을 설치한 후 한쪽 비치볼에서만 공기를 뺐을 때 나타나는 현상으로 공기가 무게를 가지고 있음을 알아보았다. 이 실험 과정 중 공기를 빼는 과정에서 비치볼의 위치가 변하여 의도한 실험 결과가 나오지 않은 경우가 많았다.

하지만 ‘2007 개정 교육과정’에서는 수평 잡기에 대한 내용이 4학년 1학기 ‘무게 재기’ 단원에서 다루어지고 있다.

본 차시에서는 전자저울을 이용하여 공기를 넣은 작은 공과 공기를 넣지 않은 작은 공의 무게를 측정하여 비교해 봄으로써 공기를 넣은 작은 공의 무게가 더 무겁다는 사실로 공기가 무게를 가지고 있다는 결론을 내리도록 한다.



제7차 교육과정에서의 공기 무게 측정 실험



교과서 42~43쪽

[첨단 과학]

생활 속에 이용되는 진공

과학 이야기
활용 방법



고체, 액체, 기체 상태의 물질은 부피와 무게를 가지고 있다. 특히 기체는 눈에 보이지는 않지만 부피와 무게를 가지고 있음을 학습하였다. 우리가 생각해 보아야 할 것은 일정한 공간 안에 물질이 거의 없는 경우도 있다는 것이다. 즉, 눈에 보이지 않는 모든 곳이 기체로 채워진 것은 아니다. 기체가 거의 없는 경우도 있는데, 이를 우리는 ‘진공’이라고 부른다.

초등학교 3학년 학생들에게 진공은 약간 어려운 개념이다. 또한, 진공에는 압력에 대한 이해도 필요하다. 따라서 본 과학 이야기는 학생들에게 7차시의 심화 자료로 활용할 수 있다.

심화 정보

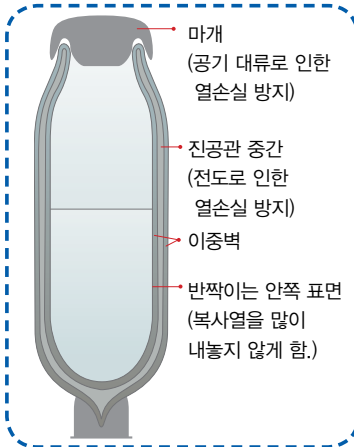
진공은 물질이 전혀 존재하지 않는 공간을 의미하지만, 실제로는 이렇게 만들기 어렵기 때문에 $\frac{1}{1000}$ mmHg 정도 이하의 저압을 일컫는다. 이런 진공은 생활용품에서 과학 기술 전반에 이르기까지 응용되고 있다.

가정에서 진공 포장을 하여 음식을 보관할 때가 있다. 진공 포장은 공기를 제거하기 때문에 미생물이 번식하지 못한다. 그래서 그 안에 들어 있는 음식물의 신선도가 오래 지속된다.

진공은 첨단 제품의 부품으로 들어가는 반도체를 생산할 때에



진공 포장된 음식



보온병의 구조

도 유용하게 사용되는 기술이다. 반도체는 미세한 먼지에도 불량품이 만들어진다. 공기 속에는 여러 가지 작은 먼지와 세균들이 있기 때문에 진공 상태에서 작업을 해야 한다. 반도체 생산 현장에 있는 사람들이 방진복이라는 특수 복장을 하고 눈만 내놓은 채 일하는 것도 바로 이 먼지를 없애기 위해서이다.

공기가 희박해지면 낮은 전압에서 방전을 쉽게 일으킨다. 이것은 전자가 낮은 압력에서 먼 거리를 이동하므로 기체 분자를 전리시킬 수 있는 충분한 에너지를 쉽게 얻을 수 있기 때문이다. 이것을 이용한 것이 진공관인데, 백열등이나 형광등도 이런 진공관에 해당한다.

한편 많은 나라들이 인공 태양을 만들어 에너지를 얻으려고 많은 노력을 기울이고 있다. 이때 1억℃ 이상의 높은 온도를 만들어야 한다. 하지만, 이 정도의 열에는 모든 물체가 녹아버릴 것이다. 그래서 이때에도 진공 상태를 이용하여 열을 차단한다. 진공 상태가 되면 열을 잘 전달하지 못하는 특징이 있기 때문이다. 보온병에도 진공 공간이 있는데, 열의 전달을 차단한다.



방진복을 입은 연구원

참고로 진공이 이용되는 구체적인 예는 다음과 같다.

- 첨단 산업: 반도체, FED
- 미래 산업: 우주 항공, 핵융합, 신소재 개발
- 산업 응용: 텔레비전 브라운 / 모니터, 기계 / 광학부품 코팅, 보온병, 램프, 냉동기
- 의약 · 화학 · 식품: 의약품 생산, 식품 보관, 진공 건조 식품, 진공 증류
- 첨단 과학: 가속기, 표면 분석 장치, 질량 분석



1654년 독일 마그데부르크의 시장이었던 게리케는 40cm의 반구와 말 16마리를 이용하여 진공의 존재를 확인하는 공개 실험을 하였다.