

차시	2/7 차시		
교과서	19쪽	실험 관찰	15쪽

학습 목표

- 개념 영역**
- 기압의 의미를 설명할 수 있다.
 - 주사기 실험을 통하여 기압과 공기 움직임의 관계를 설명할 수 있다.
- 과정 영역**
- 피스톤을 밀 때와 당길 때, 주사기 안과 바깥의 공기의 압력 변화를 예상할 수 있다.

 교과서


주사기 한쪽 끝을 막고, 다른 손으로 피스톤을 밀고 있는 모습

주사기 한쪽 끝을 막고, 다른 손으로 피스톤을 당기고 있는 모습


기압과 공기의 움직임에 대하여 알아보시다.

우리 주변에는 공기가 있으며, 이 공기의 무게에 의한 압력을 기압이라고 합니다. 기압은 장소에 따라 차이가 나는데, 주위보다 높은 곳을 고기압이라고 하고, 주위보다 낮은 곳을 저기압이라고 합니다. 고기압에서 저기압으로 공기가 이동하는 것을 바람이라고 합니다.

주사기를 가지고 공기의 압력을 느껴 봅시다.
주사기의 피스톤을 당기고, 구멍을 손가락으로 막은 다음에 피스톤을 밀어 봅시다.
구멍을 막았던 손가락을 떼면 어떻게 됩니까?



또, 주사기의 피스톤을 밀어 넣은 다음에 구멍을 손가락으로 막고, 피스톤을 당겨 봅시다. 구멍을 막았던 손가락을 떼면 어떻게 됩니까?



피스톤을 밀 때와 당길 때, 주사기 안과 바깥의 공기의 압력이 어떻게 다릅니까?
주사기 안과 바깥의 공기의 움직임을 공기의 압력과 관련지어 이야기하여 봅시다.

19

주사기 끝을 막았던 손가락을 떼 후, 주사기의 피스톤을 밀고 있는 모습

주사기 끝을 막았던 손가락을 떼 후, 주사기의 피스톤을 당기고 있는 모습

학습 개요

1. 기압의 의미

- 기압의 의미 알아보기
- 고기압과 저기압의 의미 알아보기



2. 주사기의 피스톤 밀어보기

- 주사기 안과 바깥의 공기 압력(기압) 알아보기



3. 주사기의 피스톤 당겨보기

- 주사기 안과 바깥의 공기 압력(기압) 알아보기



4. 정리

- 기압과 공기의 움직임은 어떤 관계인지 정리해 보기

실험 관찰

기압과 공기의 움직임 알아보기 과학 10쪽

- ① 주사기 끝을 막고 피스톤을 밀 때의 주사기 안과 바깥의 공기의 압력 :
- ② 막았던 손가락을 뗄 때의 주사기 안과 바깥에 있는 공기의 움직임 :
- ③ 주사기 끝을 막고 피스톤을 당길 때의 주사기 안과 바깥의 공기의 압력 :
- ④ 막았던 손가락을 뗄 때의 주사기 안과 바깥에 있는 공기의 움직임 :

기압

기압은 공기의 무게 때문에 나타나는 압력입니다. 따라서, 고도가 높아질수록 공기의 양이 줄어들어 기압이 낮아집니다. 여러분도 감지할 수 있는 곳으로 올라가거나 감지할 수 없는 곳으로 내려올 때, 즉 높은 건물에 있는 고속 엘리베이터를 타거나 비행기가 이륙 또는 착륙할 때에 귀가 아프거나 멀해지는 경험을 한 적이 있으셨습니까? 이 현상은 바로 기압의 변화 때문에 생기는 것입니다.

15

주사기 안이 바깥에 비해 공기의 압력이 크다.

공기가 주사기 안에서 바깥으로 이동한다.

주사기 바깥이 안에 비해 공기의 압력이 크다.

주사기 바깥의 공기가 안으로 이동한다.

주사기의 재질은 PVC로, 50mL 이상의 규격을 사용하도록 한다.(개인당 1개)



탐구 활동 과정

1. 기압의 의미를 알아본다.(실험 관찰 15쪽 읽을거리, 본 교재 22, 26쪽 참고)



옆의 그림에서 왜 돌을 올려 놓을까?
 높은 산에 올라가면 공기의 압력이 낮아지므로 100℃보다 낮은 온도에서도 물이 끓어서 쌀이 제대로 익지 않는다. 그러나 돌을 올려두면 밥솥의 압력이 높아지므로 쌀이 잘 익는다.

위 그림은 기압의 변화에 대한 예이다.
 이 때 기압은 공기의 무게에 의한 압력이다.
 기압은 장소에 따라 차이가 나며, 상대적이다. 즉, 주위보다 기압이 높으면 '고기압'이라 하고, 주위보다 기압이 낮으면 '저기압'이라 한다.



2. 주사기의 피스톤을 밀어본다.

- ① 주사기의 피스톤 패킹 부분에 바세린을 얇게 바른다.

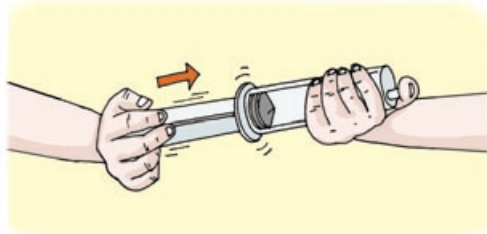


주사기 피스톤 고무 패킹에 바세린을 얇게 발라 피스톤이 부드럽게 움직이도록 한다.

잠깐

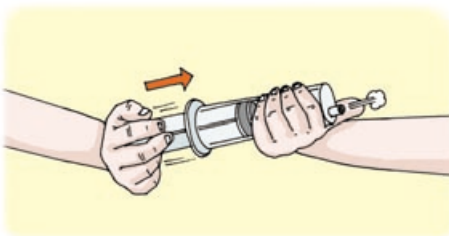
바세린을 너무 많이 바르지 않도록 한다.

- ② 주사기의 끝을 한 손가락으로 막고, 주사기의 피스톤을 밀어본다.



공기 압력이 상대적으로 큰 주사기 안은 '고기압', 상대적으로 낮은 주사기 바깥은 '저기압'이라 할 수 있다.

- ③ 주사기 끝을 막았던 손가락을 떼 후, 주사기 피스톤을 밀어본다.



주사기 안(고기압)의 공기가 바깥(저기압)으로 이동한다.

주사기 끝을 막고 있던 '손가락'을 떼는 대신, 피스톤을 밀고 있던 '손'을 떼어 보기도 한다.

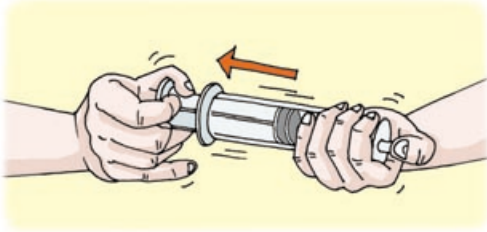
- ④ 활동을 통해 알게 된 사실을 토의해 본다.

- 주사기 안은 고기압이고, 바깥은 저기압이다.
- 주사기 안의 공기가 바깥으로 이동한다.



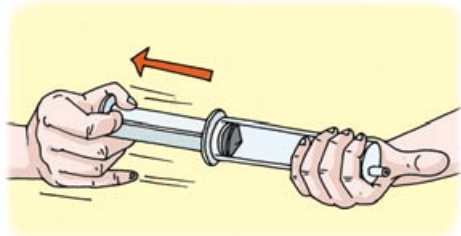
3. 주사기 피스톤을 당겨본다.

- ① 주사기의 끝을 한 손가락으로 막고, 주사기의 피스톤을 당겨본다.



공기 압력이 상대적으로 큰 주사기 바깥은 '고기압', 상대적으로 낮은 주사기 안은 '저기압'이라 할 수 있다.

- ② 주사기 끝을 막았던 손가락을 떼 후, 주사기의 피스톤을 당겨본다.



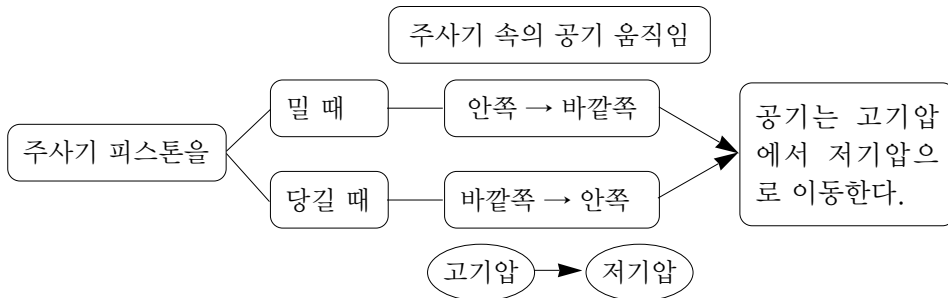
주사기 끝을 막고 있던 '손가락'을 떼는 대신, 피스톤을 당기고 있던 '손'을 놓아보기도 한다.

주사기 바깥(고기압)의 공기가 안(저기압)으로 이동한다.

- ③ 주사기 활동을 통해 알게 된 사실을 토의해 본다.

- 주사기 안은 저기압이고, 바깥은 고기압이다.
- 주사기 바깥의 공기가 안으로 이동한다.

4. 주사기 실험 활동을 통해 알게 된 기압과 공기 움직임과의 관계를 토의해 본다.



※ 다음 차시를 위해 기상 위성의 역할에 대해 조사해 오도록 학생에게 안내한다.

1. 기압이란 무엇인가?

(1) 정의 : 공기의 압력을 말한다. 지표면에 고도에 따라 공기가 누르는 힘이 달라지므로 해수면을 기준으로 한다. 즉 해수면에서 지구를 둘러싸고 있는 공기 층이 지표면의 일정한 면적으로 공기가 누르는 힘이 기압이 된다. (높은 산에서는 해수면에서의 값으로 정정함.)

$$P = \rho \cdot g \cdot h \quad (\rho : \text{공기의 밀도} \quad g : \text{중력 가속도} \quad h : \text{높이})$$

(2) 단위 : hPa(헥토 파스칼)

1 hPa = 1 mb(밀리바).

mb는 예전에 사용하던 단위로 1cm²의 면적에 1000 dyne(다인)이 누를 때의 기압을 정의했다.
 여기서 1dyne이란 1g의 질량을 가진 물체가 1cm/s²의 가속도를 가질 때의 힘을 말한다. 이것을 SI(국제표준 단위계)로 고치면 다음과 같다.
 1 Pa(파스칼) = 1 N/m² = 10⁵ dyne/10⁴ cm² = 10 dyne/cm²

(3) 기압계

- ① 수은 기압계 : 토리첼리의 실험 원리를 이용하여 수은주의 높이로 나타내는 방법이다. 실제 수은 기압계는 포르탕(Fortin)이 발명했으므로 흔히 포르탕형 기압계(Fortin type mercury barometer)라고 한다.
- ② 아네로이드 기압계 : 수은 기압계보다 역사적으로 먼저 사용되었다. 내부가 비어 있는 금속 용기(공합, 空盒)를 만들어 이것이 기압에 따라 수축하거나 팽창하는 원리를 이용한 것이다. '아네로이드(aneroid)'는 그리스어로 '액체를 사용하지 않았음'이라는 뜻이다.



수은 기압계



아네로이드 기압계

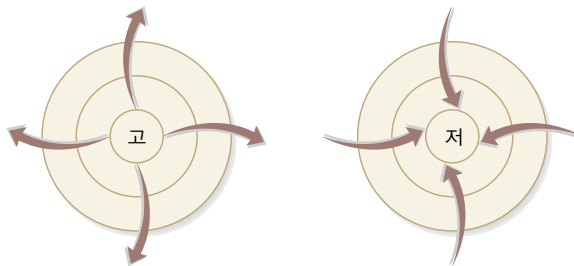
2. 고기압과 저기압은 어떻게 다른가?

(1) 고기압

- ① 주변보다 기압이 높은 곳. 중심에서 바깥쪽으로 바람이 불어 나간다(시계 방향).
- ② 주변의 날씨 : ㉠ 중심부에 하강 기류가 있다 → ㉡ 중심부는 단열 압축되어 기온이 상승한다 → ㉢ 구름이 소멸되어 날씨가 맑음.

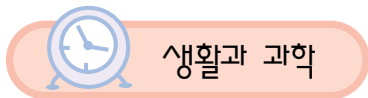
(2) 저기압

- ① 주변보다 기압이 낮은 곳. 바깥에서 중심으로 바람이 불어 들어간다(반시계 방향).
- ② 주변의 날씨 : ㉠ 중심부에 상승 기류가 있다 → ㉡ 중심부는 단열 팽창으로 온도가 하강한다 → ㉢ 기온이 이슬점에 도달하면 구름이 생김, 그 결과 흐리거나 비가 오는 날씨가 나타남.



단열 변화

단열이란 열(熱)이 차단(遮斷)되었다는 뜻으로 에너지의 출입이 없다는 말이다. 그럼에도 불구하고 공기의 온도가 변화한다. 예를 들어 공기 덩어리가 압축이 되면 부피가 줄어들므로 외부로부터 일이 공기 덩어리로 전해져 공기 내부의 온도가 상승한다. 이것을 단열 압축에 의한 기온 상승이라 한다. 반대로 공기 덩어리가 팽창이 되면 부피가 늘어나므로 공기 내부에서 외부로 일이 전해져 공기 내부의 온도가 하강한다. 이것을 단열 팽창에 의한 기온 하강이라 한다.



기압계

기압계를 옛날에는 날씨의 징조를 알려 주는 기구라는 뜻의 '청우계(晴雨計)' 라고도 불렀다. 그러다가 제2차 세계대전 중에 기압계로 이름이 바뀌었다. 영어로는 바로미터(barometer)라고 하는데, 이것은 라틴어로 무게를 뜻하는 바로스(baros)에서 유래된 말이다. 즉, 공기에도 무게가 있다는 의미로 1685년에 영국의 과학자 보일(Robert Boyle, 1627~1691)이 붙인 이름이다. 1819년에는 독일의 브란데스(Heinrich Wilhelm Brandes, 1777~1834)가 유럽 각지의 기압 관측 자료를 모아 처음으로 등압선(기압이 같은 곳을 연결한 선)을 그렸으며, 이에 따라 기상에는 고기압이나 저기압과 같은 크기가 큰 구조가 있음을 알게 되었고, 이것이 나중에 오늘날 일기도에 의한 일기 예보 방식으로 발전되었다.

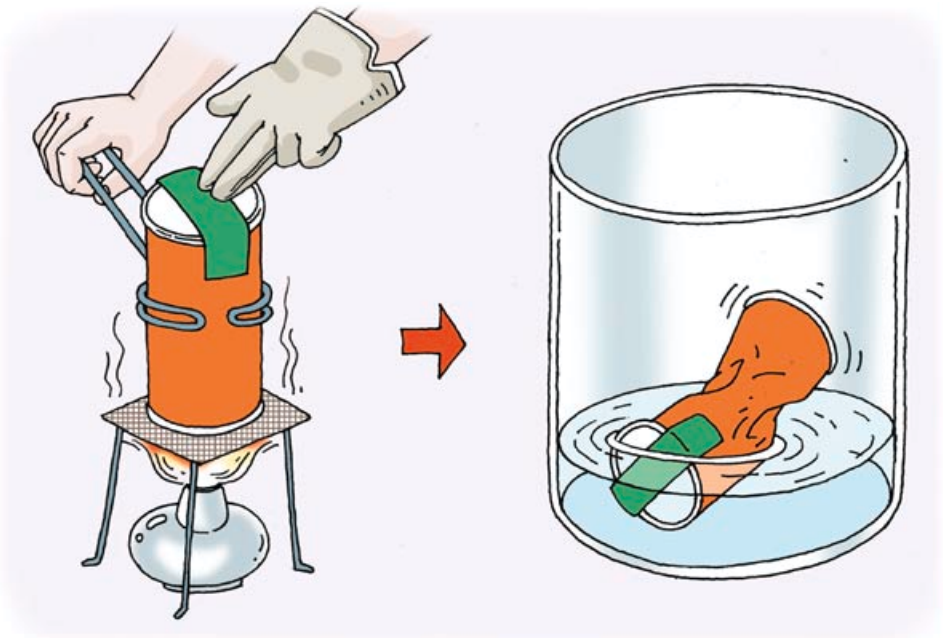
◆ 준비물 : 알루미늄 소재 음료수 캔, 청테이프, 석면 장갑, 집게, 삼발이, 알코올 램프, 큰 수조

◆ 실험의 개요

알루미늄 소재 음료수 캔에 1/5정도 물을 부은 다음 가열하고, 가열한 상태에서 청테이프를 이용하여 입구를 막은 다음 찬물이 담긴 큰 수조 속에 넣음으로써 대기압에 의해 캔이 찌그러지는 현상을 보여 주는 시범 실험이다.

◆ 실험 내용

- ① 예상하기 : 아동들에게 실험 장치를 보여 주고 실험의 개요를 설명한다. 다음 실험을 수행했을 때 어떠한 결과가 나타나는지 예상하도록 하고, 그렇게 예상한 이유를 말하도록 한다.
- ② 관찰하기 : 교사가 수행한 실험 과정을 관찰하도록 한다.
- ③ 설명하기 : 자신의 예상과 관찰 결과를 비교해 보고, 어떻게 그러한 결과가 나왔는지 설명해 보도록 한다.



〈참고〉 작은 *pet*병을 사용한 식현
 먼저 *pet*병에 더운 물을 담아서 흔들어 낸 후, 물이 없는 상태에서 뚜껑을 잠그고 *pet*병을 찬물에 담으면 확 찌그러진다.

지도상의 유의점 이 시범 실험은 수업의 도입 부분에서 학생의 호기심을 유발하는 데 가장 적절한 실험이다.

그러나 뜨거운 물체를 다루므로 석면 장갑을 이용하여 실험하도록 한다. 특히 아동들이 시범 실험하는 위치에서 안전 거리를 유지하도록 유의해야 한다.

이 실험은 다음과 같이 예상-관찰-설명(POE)의 단계를 따르면 좋다.

예상하기(Prediction) : 시범을 보일 현상에 대해 설명하고 학생들에게 어떤 일이 일어날지 예상해 보고, 그렇게 생각하는 이유를 말하게 한다.

관찰하기(Observation) : 관련 현상을 실제로 시범을 통해 보여 주고 그 결과를 관찰하게 한다.

설명하기(Explanation) : 관찰 결과가 무엇을 의미하는지 자신의 예상과 비교하여 관찰 결과를 설명하게 한다.



수업 도우미

운동장에서 커다란 금속 용기를 이용해도 좋다. 이에 대한 영상 자료로는 한국과학문화재단 제작 초등과학실험 시리즈와 에듀넷 자료 등이 있다.



기압을 측정한 사람들

대기압을 처음으로 밝혀 내게 된 계기는 아무리 힘을 들여도 10m 이상의 깊이에 있는 물을 펌프로 퍼내기 힘들었다는 사실에서부터 나왔다.

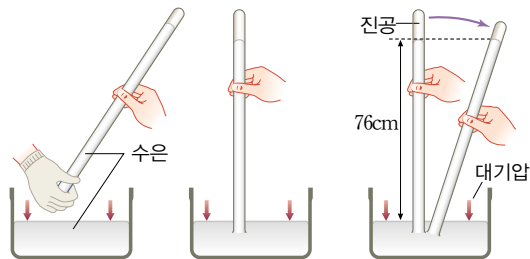
갈릴레이가 죽기 2년 전인 1640년의 일이었다. 갈릴레이의 후견자 역을 맡았던 토스카니 대공이 자기 집에 우물을 파도록 지시를 한 일이 있었다. 일꾼들은 지하수를 찾아 약 12m 깊이까지 판 다음 겨우 지하수를 찾아냈으나 펌프로 물을 뿜어낼 수가 없었다. 새로운 사실을 접한 토스카니 대공은 갈릴레이에게 그 이유를 자문했던 것이다.

갈릴레이(Galileo Galilei, 1564~1642)는 여러 가지 실험을 한 결과 물이 펌프의 관을 통해 대략 10.3m 이상의 높이까지는 올라가지만, 그 이상은 올라가지 않는다는 사실을 밝혀냈다. 그러나 그 원인에 대해서 명쾌하게 설명할 수 없었다. 그래서 갈릴레이는 제자 중 한 사람인 토리첼리(Evangelista Torricelli ; 1608~1647)에게 이 문제를 연구해 줄 것을 당부하고 2년 후 세상을 떠났다.



토리첼리는 스승의 지시에 따라 연구에 몰두했다. 그러나 물을 가지고 실험을 하려 했으나 10m 이상의 기다란 유리관은 장치하기에도 거추장스럽고 귀찮았다. 보다 좋은 방법을 찾았던 토리첼리는 액체 기둥의 높이가 그 액체의 질량에 비례한다는 사실이 머리 속에 떠올랐다. 그래서 토리첼리는 물보다 무거운 바닷물이나 벌꿀 등을 이용해 보았다. 결국 물보다 부러 13.6배나 무거운 수은을 생각해 냈다. 수은을 이용하면 불과 1m 정도의 유리관만 있으면 충분히 실험할 수 있었던 것이었다.

한쪽이 막힌 1m의 유리관에 수은을 가득 채워 공기가 들어가지 못하게 한 다음 수은이 가득 차 있는 그릇에 열려 있는 다른 한쪽이 수은 속에 잠기도록 하여 거꾸로 세워 놓았다. 그 결과는 놀랄만한 것이었다. 수은의 기둥은 약 76cm의 높이를 이루면서 그 위 부분에 진공이 생기는 것이었다. 어떻게 이런 결과가 생겼을까?



토리첼리는 다음과 같이 생각했다. “수은 기둥은 진공에 의해서 끌어올려진 것이 아니다. 다만 유리관 밖의 수은 면을 누르는 외부 공기의 힘이 유리관 속의 수은이 흘러내리지 못하도록 미는 것이다. 결국 눈에 보이지 않는 공기가 누르는 힘은 수은 기둥 76cm가 누르는 힘과 같다.” 이것이 인류 역사상 처음으로 공기가 누르는 힘을 우리의 눈으로 보게 한 실험이었다.

이러한 수은 기둥 실험은 오늘날 수은 기압계의 원리가 되었다. 만일 토리첼리의 실험이 옳다면, 높은 산에 올라가면 수은 기둥의 높이는 어떻게 변할까? 높은 산은 공기가 희박하므로 기압이 낮고, 그만큼 수은 기둥의 높이도 낮아질 것이다. 이러한 추리를 실험으로 확증한 사람은 프랑스의 파스칼(Blaise Pascal, 1623-1662)과 그의 처남인 페리에(Perrier)였다.

1648년 9월 19일 페리에는 친구와 함께 한쪽 끝이 막힌 유리관 2개와 수은 6kg을 가지고 해발고도 1465m나 되는 푸드봄 산 정상으로 향해 떠났다. 마침 실험을 부탁했던 파스칼은 감기 때문에 동행할 수 없었기 때문이다. 산에 오르기 전에 먼저 그들은 수은 기둥의 높이를 잴다. 그 결과 약 67cm로 해수면에서 잰 값보다 훨씬 작게 나왔다. 페리에는 이 관을 친구에게 계속해서 관측해 줄 것을 부탁하고, 다시 산을 출발했다. 친구는 남아서 수은 기둥의 변화를 일정한 시간마다 측정했다. 페리에 일행은 산을 올라가 드디어 출발점보다 900m나 높은 정상에 도착했다. 여기서 토리첼리의 실험을 한 결과 수은주의 높이가 59cm가 나왔다. 분명히 8cm가 낮아진 것이었다. 잘못 잴지도 모른다고 생각한 페리에 일행은 다시 여러 번 반복해 보았으나 계속해서 59cm가 나온 것이다. 그들은 정상에서 내려오면서 산 중턱에서 다시 한번 실험을 해 보았다. 이번에는 63.5cm가 나왔다. 출발점에 돌아와 보니 수은주의 높이는 여전히 67cm였다. 높이에 따라 수은주의 높이가 달라질 것이라는 파스칼의 생각은 정확히 들어맞는 것이었다.

파스칼의 냉철한 추리와 페리에의 정확한 실험은 토리첼리의 실험을 보다 과학적으로 의미있게 만들었고, 이것이 나중에 대기압을 재는 기압계로 발전하여 오늘날과 같은 정확한 일기 예보를 가능하게 만들었다.



기압 측정에 관한 앞의 이야기를 읽고 다음 물음에 답해 보자.

물음 1. 눈에 보이지 않는 공기가 있다는 사실을 어떻게 알 수 있을까?

물음 2. 높이 올라가면 공기가 적어지는 현상을 어떻게 느낄 수 있는가?

물음 3. 토리첼리가 발견한 것은 무엇이며, 이를 통해 어떠한 사실을 알 수 있는가?

물음 4. 파스칼과 페리에가 실험한 결과로 알 수 있는 것은 무엇인가?

물음 5. 기압계를 만든 사람에게 노벨상을 준다고 가정하면 과연 누구에게 수여해야 할까? 자신의 생각을 발표해 보자.

지도상의 유의점 아동들에게 위에 제시한 자료를 그대로 프린트하여 제공해도 좋다. 아니면 특정 학생이나 교사가 직접 낭독하거나, 요지를 파악한 다음에 설명을 해도 좋다. 교사가 설명할 경우에는 사진이나 동영상 자료를 활용하면 좋을 것이다. 또한 아동들에게 발표시키는 경우에는 사전에 조사한 다음 대표나 모둠별로 발표를 시키는 방법도 있다. 주어진 물음에 대한 대략적인 답은 다음과 같다. 반드시 아래 대답이 정답은 아니다. 다양한 주장이 나올 수 있으나 토론을 통하여 교사는 아동들의 생각을 보편 타당한 결론으로 이끌어야 할 것이다.

정답 및 해설

물음 1.

토리첼리의 실험처럼 수은을 담은 유리관 속의 수은 기둥의 높이만큼 보이지 않는 공기가 바깥의 수은면을 누르고 있음을 토대로 알 수 있다. 이 밖에 바람이 부는 현상도 공기의 이동이므로 공기가 있다는 사실을 설명할 수 있다. 또한 풍선에 바람을 넣고 물 속에 집어 넣으면, 이 때 생기는 공기 방울을 눈으로 볼 수 있다.

물음 2.

파스칼과 페리에가 수은 기둥을 만들어 높은 산에 올라갔을 때 수은 기둥의 높이가 낮아졌다. 즉 공기가 누르는 힘이 작아졌음을 눈으로 본 것이다.

물음 3.

공기가 누르는 힘(무게)이 있고, 이러한 힘 때문에 약 10.3m 이상에서는 펌프가 제대로 작동할 수 없다.

물음 4.

높은 곳으로 올라가면 대기압이 작아지므로 공기의 양이 작다.

물음 5.

여러 가지 다양한 의견이 나올 수 있다. 여기에서는 아동들이 나름대로 근거를 가지고 설명하는 지에 초점을 맞추어야 한다.