

탐구수업 지도자료

- 학 년 중학교 1학년
- 단 원 분자의 운동
- 소 단 원 6장 압력
- 제 목 도입
- 대표 저자 노태희(서울대학교)
- 공동 저자 강훈식(서울대학교)
 김보경(서울대학교)
 박현주(서울대학교)

이 자료는 서울대학교 과학교육연구소가 교육인적자원부의 과학교육 연구기관으로 지정받아 수행하고 있는 「탐구·실험 중심의 과학교육 활성화를 위한 연구개발 사업」의 일환으로 개발되었습니다.



서울대학교 과학교육연구소

Seoul National University Science Education Research Center



압력



서울대학교
과학교육연구소

배경 지식 넓히기

1. 압력

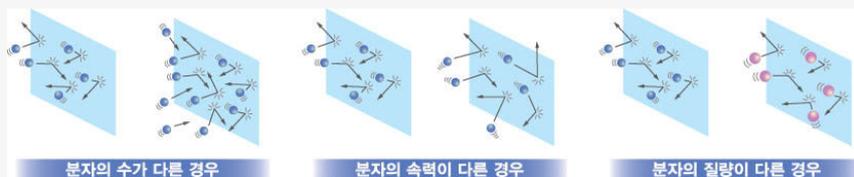
압력이란 단위 넓이의 면에 수직으로 작용하는 힘을 말한다. 압력의 단위는 atm, psi, kgf/cm², Pa, bar, dyne/cm², pdl/ft², mmHg, inHg, mH₂O 등으로 매우 다양하나 국제 단위인 Pa(파스칼)를 주로 사용한다. 1Pa은 1N의 힘이 1m²에 작용할 때의 압력을 의미한다. 압력은 종류에 따라 크게 대기압, 계기압, 절대압으로 구분하고 있지만, 우리가 생활 속에서 사용하는 압력은 보통 대기압을 의미한다. 인간의 몸은 항상 대기압에 노출되어 있으나 일반적으로 비행기를 타거나 산을 오르내릴 때를 제외하고는 이를 잘 인식하지 못한다. 편의상 대기압을 p.s.i.(pound/inch²)라고 하며, 공기중과 수중 모두 이 단위를 사용한다.

2. 기체의 압력

눈에 보이지 않는 기체가 어떻게 압력을 가질 수 있을까? 또 어떻게 공기가 담긴 고무 풍선은 둥근 모양을 유지할 수 있을까?

기체에서 분자간의 거리는 고체나 액체에 비하여 매우 멀리 떨어져 있으므로 서로 간에 작용하는 힘이 매우 작다. 따라서 닫혀진 용기에 기체 분자가 들어가면, 기체 분자는 매우 불규칙적인 운동을 계속적으로 하게 된다. 이 때 용기 속 기체 분자들은 서로 충돌할 뿐만 아니라 용기의 벽에도 끊임없이 충돌하게 되어 그 벽은 힘을 받게 된다. 이 힘에 의해 기체를 담은 용기의 모든 방향에 수직으로 똑같이 작용하는 기체의 압력이 생겨나게 된다.

기체의 압력은 분자의 수, 속력, 질량 등과 관련이 있다. 일정한 부피 속에 있는 분자의 수가 늘어나면 단위 면적에 충돌하는 분자 수도 증가하므로 압력이 커진다. 또한 기체 분자의 속력이 증가하면 일정한 시간 동안 단위 면적에 충돌하는 분자수가 증가할 뿐만 아니라 충돌 시 작용하는 힘도 증가하므로 압력이 커진다. 그리고 분자의 질량이 클수록 충돌할 때 작용하는 힘이 크므로 압력이 커진다.



[그림 6.1] 분자의 조건에 따른 압력의 변화

즉, 기체의 압력은 단위 시간동안 단위 면적에 충돌하는 분자의 수와 분자가 한 번 충돌



서울대학교
과학교육연구소

할 때 미치는 힘의 크기에 비례한다. 이를 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} & \text{압력} \propto (\text{매 충돌당 생겨나는 충격량}) \times (\text{충돌빈도}) \\ P & \propto (m \times u) \times \left(\frac{N}{V}\right) \times u = \left(\frac{Nm u^2}{V}\right) \quad \left(\text{비례상수} = \frac{1}{3}\right) \quad \begin{matrix} P: \text{압력}, V: \text{부피}, N: \text{분자수} \\ m: \text{분자의 질량}, u: \text{평균속력} \end{matrix} \\ P V & = \frac{1}{3} N m u^2 = \frac{2}{3} N \cdot \frac{1}{2} m u^2 = \frac{2}{3} E_k \quad (E_k = \text{기체의 총 운동 에너지}) \end{aligned}$$

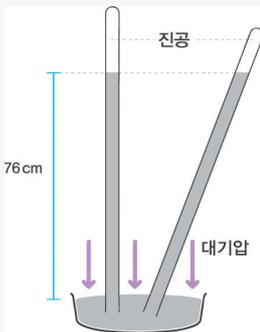
이 때, 온도가 일정하면 E_k 가 일정하므로 위 식은 보일의 법칙과 일치한다.



읽을 거리

대기압은 갈릴레이의 조수였던 이탈리아의 과학자 토리첼리에 의해 고안된 실험기구에 의해 측정되었다. 다음은 토리첼리의 대기압 발견에 얽힌 유명한 일화이다.

1640년 토스카나에 살고 있는 한 대공은 사람들을 시켜서 궁전 뜰에 우물을 파게 했다. 약 12m 정도를 파 들어가자 지하수가 보이기 시작했고, 사람들은 여기에 파이프를 박은 다음 펌프에 연결시켰다. 그러나 물은 한방울도 나오지 않았다. 대공은 이 문제를 갈릴레이에게 부탁했다. 갈릴레이는 곰곰이 생각한 끝에 '지하수가 10m의 높이까지는 올라올 수 있지만 그 이상은 올라올 수 없다.'라는 사실을 알아냈다. 그러나 갈릴레이는 이 사실의 근본적인 원인을 밝혀내지는 못했다. 결국 이 문제의 해결을 위해 갈릴레이의 제자인 토리첼리와 비비아니는 물대신 수은을 사용하여 실험을 했다. 같은 부피의 수은과 물을 비교했을 때 수은이 물보다 약 13.6배 정도 더 무겁기 때문에 수은이 올라갈 수 있는 최대 높이는 물이 올라갈 수 있는 최대 높이의 13.6분의 1 정도로 낮아질 것이라고 생각했기 때문이었다.



[그림 6.2]
토리첼리의 압력 측정 실험

토리첼리와 비비아니는 한쪽 끝이 막혀 있는 약 1m길이의 유리관에 수은을 가득 채웠다. 그리고 나서 뚫려 있는 유리관의 한쪽 끝을 손가락으로 막고 수은이 가득 담긴 그릇에 거꾸로 세운 다음 손가락을 떼었다. 그랬더니 유리관 속에 있던 수은이 통 속으로 내려가기 시작했다. 그런데 이상한 일은 유리관 속에 있던 수은이 일정한 높이까지만 내려간 다음 멈추는 것이었다. 이 높이는 10m의 약 13.6분의 1인 76cm 정도였으며, 수은이 가득찬 뒷 부분에는 빈 공간이 생겼다.

토리첼리는 그릇에 들어 있는 수은면을 누르는 공기의 무게가 수은이 관에서 흘러내려 오는 것을 막는다고 결론지었다. 그리하여 토리첼리는 이전에 있었던 펌프의 실패에 대해 올바른 설명을 했다. 토리첼리의 실험은 펌프의 실패에 관련된 문제를 해결한

데만 그친 것이 아니라 공기의 압력을 측정하는 방법도 밝혔다.

참고서적 : “과학사의 뒷얘기(물리학)” A. 섯클리프, A.P.D. 섯클리프, 전파과학사, 1973



탐구 활동을 위한 안내

1. 탐구 활동 목록

	제 목	분 류 [성격/ 수준/ 장소]	기 타
활동1	기체의 압력이 왜 생길까?	관찰/ 일반/ 실험실	새 탐구
활동2	접촉면적과 힘은 어떤 관계가 있을까?	관찰/ 일반/ 실험실	교과서 탐구
활동3	기체가 압력을 나타내는 이유는?	해보기/ 일반/ 교실·운동장	확장 탐구



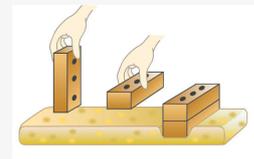
서울대학교
과학교육연구소

2. 선정 이유

활동1. 주사기의 끝을 고무마개로 막고 손으로 피스톤을 눌렀다가 떼는 실험과 "범퍼커 부딪히기"와의 비유를 통해 기체의 압력이 생기는 원리를 이해하는 활동이다.



활동2. 조별로 벽돌의 접촉면의 넓이를 달리하거나 벽돌의 수를 달리하였을 때 스펀지가 받는 압력을 비교, 관찰함으로써 압력의 원리를 추론하도록 하는 협동 학습 활동이다.



활동3. 기체가 압력을 나타내는 이유를 역할 놀이를 통해 직접 체험해보므로써 이해하는 활동이다.



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소