

탐구수업 지도자료

- 학 년 중학교 1학년
- 단 원 분자의 운동
- 소 단 원 8장 기체의 온도와 부피
- 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



제 8 장

기체의 온도와 부피

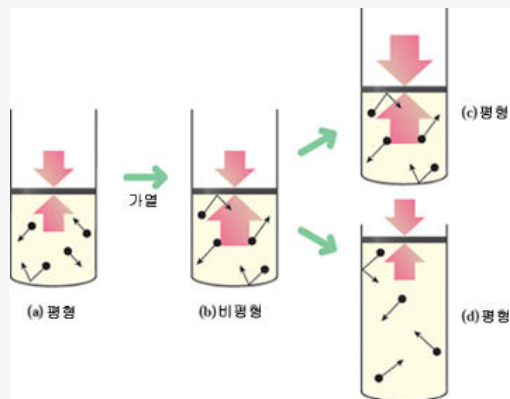


서울대학교
과학교육연구소

배경 지식 넓히기

1. 분자 수준에서 살펴본 '온도에 따른 기체의 압력 및 부피의 변화'

다음 [그림 8-1] 은 온도에 따른 기체의 압력 및 부피의 변화를 알아보기 위해, 분자 모형을 이용하여 내부 기체의 압력과 외부 압력을 비교한 것이다. 주사기를 가열하면 내부 기체 분자의 운동 에너지가 증가하여 분자가 더 빠르게 움직인다. 그 결과, 기체 분자가 주사기 벽에 충돌하는 횟수와 세기가 증가하여 내부 기체의 압력이 커지게 된다. 즉, 외부 압력보다 내부 기체의 압력이 더 큰 비평형 상태(b)가 나타난다.



[그림 8-1] 온도 증가에 따른 내부 기체의 압력과 외부 압력의 비교



서울대학교
과학교육연구소

(1) 기체의 온도와 압력의 관계

위의 비평형 상태(b)에서 내부 압력이 증가한 만큼 외부 압력이 커지면 평형 상태(c)에 이르게 되는데, 이 때 피스톤은 움직이지 않고 기체의 부피는 그대로 유지된다. 이처럼 처음(a)의 부피가 일정하도록 외부 압력이 증가한다면, 온도가 증가할수록 (내부) 기체의 압력은 증가한다(V 일정, $P \propto T$). 부탄가스에 불을 붙이면 용기가 점점 차가워지는 것도 내부 압력이 감소할수록 온도가 감소하는 예이다.

(2) 기체의 온도와 부피의 관계

다시 위의 비평형 상태(b)로 돌아가 보자. 외부 압력이 일정하게 유지되는 경우, (운동 에너지가 증가하여 활발하게 움직이는) 내부 기체 분자의 압력이 외부 압력보다 크기 때문에, 내부 기체 분자가 피스톤을 밀어내는 일을 하게 된다. 결국 기체의 부피가 증가함에



서울대학교
과학교육연구소

따라, 가열에 의해 증가되었던 기체 분자의 운동 에너지는 처음 상태로 감소하고, 단위 면적 당 충돌 횟수 및 세기도 처음과 같아져 외부 압력과 내부 압력이 평형(d)을 이루게 된다.

따라서 외부 압력에 변화가 없다면, 기체의 온도가 증가할수록 부피는 증가하고, 온도가 감소할수록 부피는 감소한다(P 일정, $V \propto T$).

(3) 샤를의 법칙

샤를의 법칙: 일정한 압력에서 일정량의 기체의 부피는 온도가 1°C씩 높아질 때마다 0°C일 때 부피의 1/273만큼 증가하고, 온도가 1°C씩 내려갈 때마다 0°C일 때 부피의 1/273만큼 감소한다.

$$V_1 = V_0 + (1/273)V_0$$

$$V_2 = V_0 + (2/273)V_0$$

$$\dots V_t = V_0 + (t/273)V_0$$

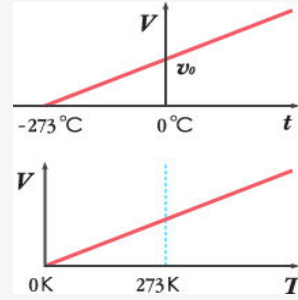
$$\therefore V = V_0/273(273+t) \quad (t: \text{섭씨 온도})$$

$$T = 273 + t, \quad k = V_0/273 \text{로 치환하면,}$$

$$V = kT, \quad (T: \text{절대 온도})$$

$$\rightarrow V_1/T_1 = V_2/T_2 = V_n/T_n = k$$

$$\therefore \text{온도와 부피는 비례한다.}$$



(압력이 일정할 때)

[그림 8-2] 기체의 온도와 부피의 관계, (상)섭씨 온도 기준 (하)절대 온도 기준

(4)

절대영도

(<http://chemed.chem.purdue.edu/genchem/topicreview/bp/ch4/1frame.html>)

(1)에서 밝힌 기체의 온도와 압력의 비례 관계는 17세기 프랑스 물리학자 아몽통(G. Amontons)이 발견했다. 그는 이 발견으로 기체의 압력이 사라지는 온도로서 절대 영도(absolute zero)를 예상할 수 있었다. 1779년 독일의 람베르트(J. H. Lambert)는 아몽통이 예견한 절대 영도를 기체의 압력이 0이 되는 지점의 온도(-273.15°C)라고 구체적으로 정의했다. 즉, 절대 영도에서는 분자의 운동이 정지하게 된다.

또한, 샤를의 법칙에 의하면 기체는 온도가 1°C씩 내려갈 때마다 부피의 1/273씩 줄어든다. 그러면 -273.15°C(0K)에서 기체의 부피가 0이 되도록 유도할 수 있는데, 부피는 0보다 작아질 수 없으므로 -273.15°C 이하의 낮은 온도는 불가능하다. (그러나 실제로는 -273.15°C가 되기 전 모든 기체가 액화하므로, 기체에만 적용되는 샤를의 법칙에 따라 부피가 0이 되거나 기체 분자의 운동이 정지하는 일은 발생하지 않는다.)

읽을 거리

샤를의 법칙을 발견하는데 기여한 열기구(<http://www.airnavi.co.kr/product1.asp>)

1783년 가을 프랑스의 몽골피에 형제는 세계 최초로 기구 밑에 장작을 피워 열기구를 띄우는 것에 성공했으나 이런 방법은 상당히 위험했다. 이 문제를 해결한 사람이 바로 샤를(J. A. C. Charles)이다. 그는 공기보다 가벼운 수소를 기구 속에 넣어 수소 기구를 만들었다. 또한 수소 대신 보통의 공기를 이용할 수 있는 방법을 연구한 결과, 가열한 공기의 밀도가 작아지면 가벼운 기체와 같은 효과를 낼 것이라고 생각했다. 결국, 밀이 뚫린 가죽 주머니



니에 바구니를 매달은 모양으로 열기구가 만들어졌다. 이렇게 샤를은 기구를 공중에 높이 띄우는 방법을 연구하던 중 샤를의 법칙을 발견하게 되었다.

탐구 활동을 위한 안내

1. 탐구 활동 목록

	제 목	분 류 [성격/ 수준/ 장소]	기 타
활동1	플라스크를 이용하여 풍선 부풀리기	실험·그리기/ 일반/ 실험실	확장 탐구
활동2	손대지 않고 바나나 껍질 벗기기	시범·관찰/ 일반/ 실험실	새 탐구
활동3	온도에 따른 기체의 부피	해보기/ 일반/ 교실	새 탐구
활동4	힘이 센 컵	시범·관찰/ 심화/ 교실·실험실	교과서 탐구



2. 선정 이유

활동 1. 물질의 입자 수준에서 기체의 온도와 부피의 관계를 이해하기 위해, 플라스크를 이용하여 풍선을 부풀리는 실험을 관찰한 후 분자 모형을 직접 그려 보는 3단계 그림 그리기 활동이다.



활동 2. 삼각 플라스크 안으로 바나나가 밀려 들어가는 실험을 통해 온도에 따른 기체 분자 운동의 변화를 이해할 수 있는 POE(예측-관찰-설명) 활동이다.



활동 3. 온도에 따른 기체의 부피 변화를 학생들이 간접적으로 체험하기 위한 역할 놀이 활동이다. 학생들을 분자로, 음악의 빠르기 변화를 온도 변화로 가정하여 학생들이 직접 움직이면서 개념을 이해하도록 한다.



활동 4. 가열한 컵으로 풍선을 들어올리는 실험을 통해 온도에 따른 기체의 부피 변화를 알아보는 POE(예측-관찰-설명) 활동이다.

