

20 년 월 일 요일
 시간 : 장소 : 
 학교 학년 반
 번 이름 :

거꾸로 기체 온도계

온도에 따른 기체의 부피 변화에 대해 알아보고 이를 이용하여 기체 온도계를 만들어봅시다.

실험키트구성

투명 용기, 스포이트, 온도계용 오일, 에탄올 스프레이 용기, 양면테이프, 거치대 도안

준비물

네임펜, 가위, 송곳(뾰족한 물건)

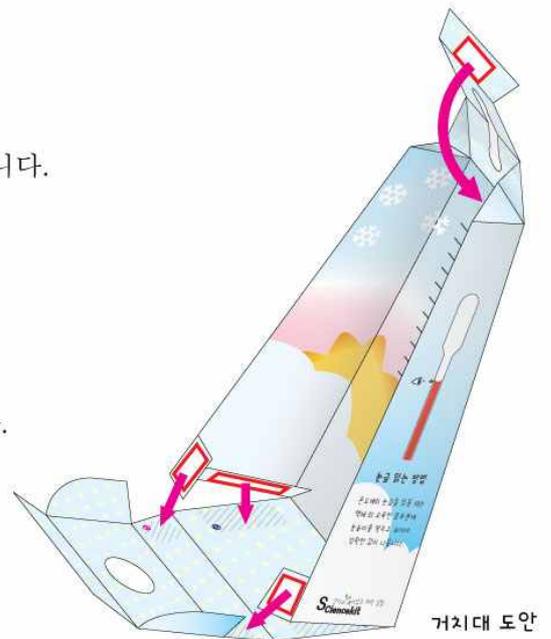
생각해보기

여러분이 사용해 본 온도계는 어떤 것들이 있나요?

실험방법

[거치대 만들기]

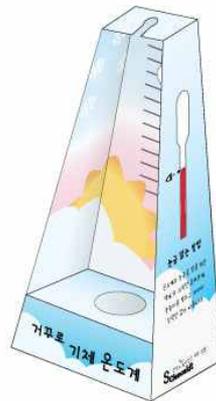
1. 거치대 도안에 이름을 쓰고, 접는 선을 따라 한 번씩 접었다 펴니다.
2. 거치대 도안의 표시된 부분에 양면테이프 를 붙입니다.
 - 도안을 접었다가 펴 놓으면 거치대를 조립할 때 훨씬 수월합니다.
3. 오른쪽 그림을 보고 양면테이프를 이용하여 도안을 조립합니다.
 - 양면테이프의 보호지를 떼어내어  에 붙입니다.
4. 아래 그림처럼 접어 거치대를 완성합니다.



거치대 도안



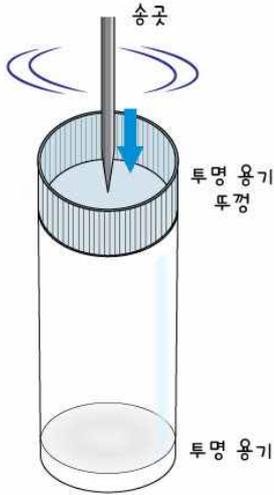
거치대 도안



[기체 온도계 만들기]

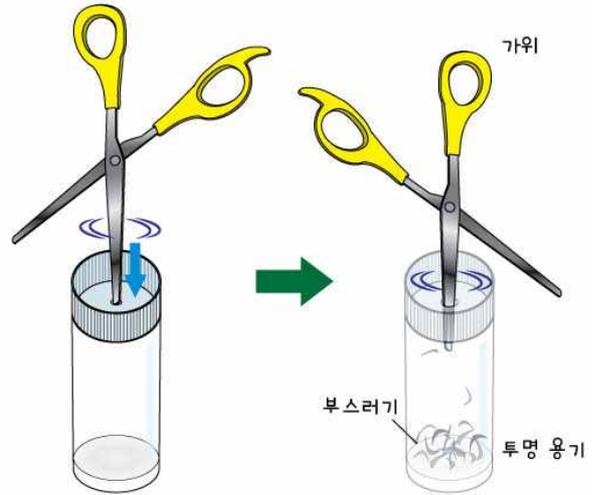
5. 투명 용기의 뚜껑 정중앙을 송곳으로 뚫어 구멍을 만듭니다.

- 송곳을 좌우로 움직이거나 돌려 구멍을 넓힙니다.



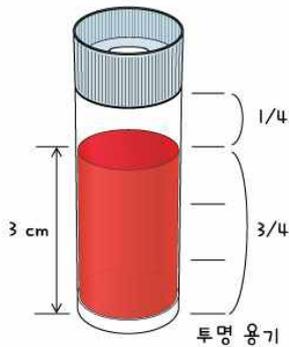
6. 구멍에 가위를 넣고 돌리면서 구멍을 넓힙니다.

- 나사를 돌리듯이 가위를 누르면서 돌리면 구멍이 깔끔합니다.
- 구멍의 크기는 스포이트의 지름(약 5 mm)보다 커야합니다.

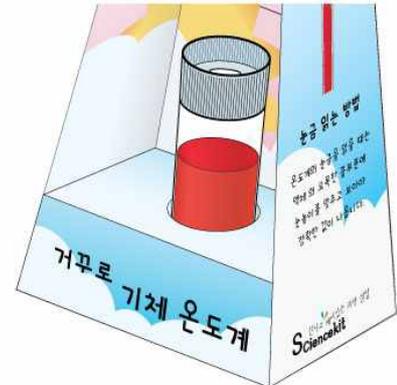


7. 투명 용기 속에 떨어진 부스러기를 버린 다음 온도계용 오일을 투명 용기의 3/4정도 넣습니다.

- 투명 용기의 바닥에서 부터 약 3 cm 높이까지 넣습니다.



8. 투명 용기의 뚜껑을 닫고 앞에서 조립한 거치대의 구멍에 넣습니다.



9. 스포이트를 투명 용기의 구멍에 넣어 거치대에 고정합니다.

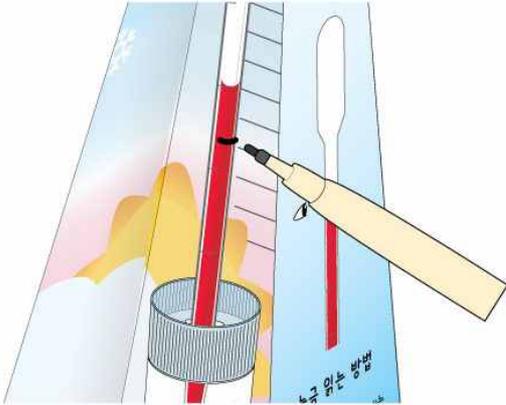
10. 스포이트의 구를 살짝 눌러 액체가 스포이트의 중간에 올라오도록 합니다.

- 액체 중간에 기포가 생기지 않도록 주의합니다.

11. 액체의 높이 변화가 멈출 때까지 약 5분간 그대로 둡니다.



12. 5분 후, 액체의 높이를 네임펜으로 표시합니다.



14. 5분 후, 액체의 높이를 네임펜으로 표시합니다

- 스포이트 구를 따뜻하게 하기 전과 높이가 같지 않을 경우만, 표시합니다.
- 높이가 다르다면 왜 다를지 생각해봅시다.

💡 온도를 재기 전에 항상 5분 정도 기다립니다.

스포이트의 액체의 높이가 변하지 않을 때까지 기다린 다음, 차갑게하거나 뜨겁게하여 실험합니다.

스포이트 구 속에 담긴 기체의 온도가 주변의 기체 온도 와 다를 경우, 실험결과 값이 달라질 수 있습니다.

13. 스포이트 구를 따뜻하게 하면서 액체의 높이 변화를 관찰합니다.

- 스포이트 구가 따뜻해지면 액체의 높이가 어떻게 되나요?

💡 스포이트 구를 따뜻하게 하려면?

- ① 손을 비벼서 열을 낸 다음, 스포이트 구를 감쌉니다. (단, 스포이트 구가 눌리지 않도록 주의합니다.)
- ② 스포이트 구에 뜨거운 입김을 불립니다.
- ③ _____

15. 스포이트 구를 차갑게 하면서 액체의 높이 변화를 관찰합니다.

- 스포이트 구가 따뜻해지면 액체의 높이가 어떻게 되나요?

💡 스포이트 구를 차갑게 하려면?

- ① 손을 차가운 물에 담갔다가 스포이트 구를 감쌉니다. (단, 스포이트 구가 눌리지 않도록 주의합니다.)
- ② 스포이트 구에 스프레이에 담긴 에탄올을 뿌립니다.
- ③ _____

실험시 주의사항

1. 투명 용기 뚜껑에 구멍을 뚫을 때 반드시 스포이트의 지름보다 넓게 뚫어 공기가 통하게 합니다.
2. 기체 온도계의 액체가 스포이트 중간에 오도록 합니다.
3. 스포이트 구의 온도를 변화시킬 때 스포이트 구가 눌리지 않게 주의합니다.

확인학습

1. 다음 문장에서 올바른 단어에 동그라미를 하세요.

우리가 만든 기체 온도계는

온도가 높으면 기체의 부피가 (줄어들면서, 늘어나면서) 액체의 높이가 (올라, 내려) 가고
 온도가 낮으면 기체의 부피가 (줄어들면서, 늘어나면서) 액체의 높이가 (올라, 내려) 가는

거꾸로 기체 온도계 입니다.

2. 우리가 만든 온도계로 현재 온도를 측정할 수 있나요? 어떻게 하면 측정할 수 있을까요?

3. 실험실에서 사용하는 알코올 온도계랑 비교했을 때, 우리가 만든 온도계의 단점은 어떤 것이 있나요?

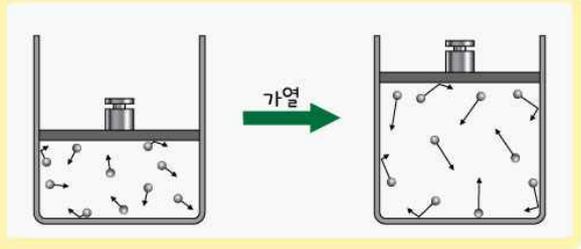
원리학습

온도란 물질의 차갑거나 따뜻한 정도로 숫자와 °C 라는 **단위***를 사용하여 나타냅니다. 온도는 온도계를 사용하여 측정하는데, 온도계는 바이메탈을 이용한 고체 온도계, 알코올이나 수은 등을 이용한 액체 온도계, 헬륨이나 수소, 공기 등을 이용한 기체 온도계, 전기 저항을 이용한 저항 온도계 등 그 종류가 다양합니다.

1592년 갈릴레이가 온도에 따라 기체의 부피가 변한다는 사실을 이용하여 기체 온도계를 만들었는데, 이 온도계를 **갈릴레이 온도계**라고 합니다. 갈릴레이 온도계는 주변의 온도가 올라가면 유리관 속 기체의 부피가 늘어나 유리관 속의 물의 높이는 낮아지고, 온도가 내려가면 기체의 부피가 줄어들어 물의 높이는 높아집니다.

기체에 열을 가하면
기체 **분자***의 운동이 활발해지면서
분자들 사이의 거리가 멀어지고
부피가 늘어나게 됩니다.

★ 분자 : 물질의 고유한 성질을 지닌 알갱이



하지만 이 온도계는 여러가지 문제점이 있었습니다

1. 대기압이 달라지면 같은 온도라도 물의 높이가 달라집니다.
2. 온도 변화가 작으면 물의 높이 변화를 확인하기가 어렵습니다.
3. 물이 증발되기 때문에 주기적으로 물을 넣어주어야 합니다.
4. 온도계를 들고 다니기가 불편합니다.

이러한 문제점 때문에 알코올 온도계, 수은 온도계 등 다양한 온도계가 개발되었습니다.

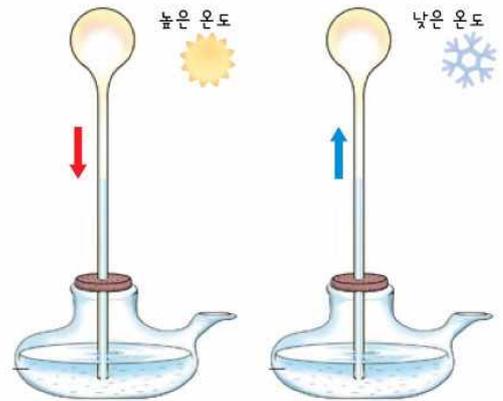


사진 출처 : 네이버캐스트

우리가 만든 기체 온도계는 갈릴레이 온도계를 변형한 것으로 물 대신 증발이 적은 오일을 사용하였습니다. 일상생활에서 보는 알코올 온도계와는 달리 온도가 높으면 아래로, 온도가 낮으면 위로 올라가는 액체의 높이 때문에 거꾸로 온도계라고 별명을 지었습니다.

💡 **샤를 법칙**

압력이 일정할 때 온도가 높아지면 기체의 부피는 기체의 종류와 상관없이 일정하게 증가합니다.

★ 온도의 단위

섭씨(°C) : 얼음이 녹는점을 0도, 물이 끓는점을 100도로 정하고 두 온도 사이를 100등분으로 나눈 것

화씨(°F) : 얼음이 녹는점을 32도, 물이 끓는점을 212도로 정하고 두 온도 사이를 180등분으로 나눈 것

느낀점

■ 교사용 실험 자료실 ■

| | | | | | |
|---------|--|-------|----------------|------------------|-------|
| 실험 제목 | 거꾸로 기체 온도계 | | 실험 원리 | 온도에 따른 기체의 부피 변화 | |
| 실험 시간 | 40분 | 실험 분야 | 물리, 화학 생활과학 | 실험 방법 | 개별 실험 |
| 실험키트 구성 | 투명 용기, 스포이트, 온도계용 오일, 에탄올, 스프레이 용기, 양면테이프, 거치대 도안 | | | | |
| 교사준비물 | 송곳(뾰족한 물건) | | 학생준비물 | 네임펜, 가위 | |
| 실험 결과 | 학생 1인당 거꾸로 기체 온도계 1개를 가지고 갑니다. | | | | |
| 실험팁 | <p>* 실험 전에 스프레이 용기에 에탄올을 담아주세요.</p> <p>TIP 1. 투명 용기의 뚜껑에 구멍을 뚫을 때, 반드시 스포이트의 지름보다 넓게 뚫어야 합니다. 스포이트를 넣어도 투명 용기에 공기가 통할 수 있도록 구멍을 넓게 뚫습니다.</p> <p>TIP 2. 기체 온도계의 액체가 스포이트의 중간쯤에 올라오도록 합니다. 그렇지 않으면 온도를 변화시켰을 때 액체의 높이를 관찰하기가 힘들 수 있습니다. 스포이트 구를 세게 누르면 스포이트 구에 까지 용액이 올라올 수 있으므로 살짝 누릅니다.</p> <p>TIP 3. 온도계용 오일의 주성분은 식물성 오일입니다. 색깔을 내기 위해 색소를 첨가하였으므로 옷에 묻을 경우, 지워지지 않을 수 있습니다. 묻지 않도록 주의합니다.</p> <p>TIP 4. 스포이트 구의 온도를 변화시킬 때 스포이트 구가 눌리지 않도록 주의합니다. 실험결과에 영향을 줄 수 있습니다.</p> | | | | |

생각해보기

여러분이 사용해 본 온도계는 어떤 것들이 있나요?

귀 체온계, 적외선 온도계, 수은 온도계, 알코올 온도계, 전자온도계, 시온 스티커, 쿠키 온도계
냉장고의 온도계, 프라이팬의 온도 감지기 등

확인학습

1. 다음 문장에서 올바른 단어에 동그라미를 하세요.

우리가 만든 기체 온도계는

온도가 높으면 기체의 부피가 (줄어들면서, **늘어나면서**) 액체의 높이가 (올라, **내려**) 가고
온도가 낮으면 기체의 부피가 (**줄어들면서**, 늘어나면서) 액체의 높이가 (**올라**, 내려) 가는

거꾸로 기체 온도계 입니다.

2. 우리가 만든 온도계로 현재 온도를 측정할 수 있나요? 어떻게 하면 측정할 수 있을까요?

아니요. 다른 온도계를 이용하여 서로 다른 온도일 때의 액체의 높이와 온도를 스포이트에 표시합니다. 두 표시 사이의 거리를 자로 재어 같은 길이로 표시 위와 아래에 표시합니다. 두 표시 사이의 온도 차이만큼 더하거나 빼어 표시에 숫자를 적습니다. (표시 아래로 내려갈 때는 더하고 표시의 위로 올라갈 때는 더합니다.) - 원리학습 아래 온도 단위와 연관지어서...

3. 실험실에서 사용하는 알코올 온도계랑 비교했을 때, 우리가 만든 온도계의 단점은 어떤 것이 있나요?

1. 대기압이 달라지면 같은 온도라도 액체의 높이가 달라집니다.
2. 온도 변화가 작으면 액체의 높이 변화를 확인하기가 어렵습니다.
3. 눈금이 없어서 온도가 몇 도 인지 확인할 수 없습니다. (변화만 확인 가능)
4. 온도계를 들고 다니기가 불편합니다.
5. 넘어질 경우 쏟아질 수 있습니다.

온도 [temperature , 溫度]

- 온도의 단위

온도는 물리적으로는 열평형 상태를 나타내는 척도이며, 미시적으로는 물질 구성 입자의 아주 미세한 내부운동(열운동)의 에너지 평균을 정하는 척도이다. 따라서 통계역학에서는 온도를 물질 내에 있는 원자 또는 분자의 평균운동에너지라고 정의하고 있다. 일반적으로 온도계에 새겨진 눈금으로 표시하며 물체의 양(量)과는 무관한 세기 성질이다.

- 온도와 열

일상생활에서는 열과 혼동하여 사용하는 경우가 많은데, 열은 물체로 이동하는 내부에너지의 변화로서 열의 이동, 외부에 대한 일, 물질의 출입에 의한 에너지의 이동을 모두 포함하는 양인 반면, 온도는 물체가 가지고 있는 에너지의 수준이다. 열과 온도라는 두 개념이 분명하게 구별된 것은 온도계가 고안되어 온도를 인간의 감각에 의존하지 않고 일정한 수치로서 객관적으로 표시할 수 있게 된 18세기 이후이다.

- 온도의 단위

온도를 나타내는 단위는 섭씨온도, 화씨온도, 절대온도 세 가지가 있다. 우리가 가장 많이 쓰는 섭씨온도는 1기압에서 얼음이 녹는 점(물이 고체에서 액체로 상변화를 일으키는 점)을 0℃ 끓는점(물이 액체에서 기체로 상변화를 일으키는 점)을 100℃로 정하여 그 사이를 100등분하여 단위로 정한 온도단위이다. 그리고 미국 등에서 주로 쓰는 화씨온도는 1기압에서 물의 녹는점을 32°F 물의 끓는점을 212°F로 정하여 그 사이 구간을 180등분 한 것이다. 19세기 켈빈경이 정한 온도 눈금인 절대온도는 국제 표준으로 사용하는 온도체계이며 절대온도 0K는 이론적으로 가능한 최저온도이며 이상적인 기체의 부피가 0이 되는 절대영도로 -273℃(정확히는 -273.15℃)에 해당된다.

온도계 [thermometer , 溫度計]

첫 온도계는 공기온도측정기였으며 17세기 초에 갈릴레오(Galileo), 산토리우스(Sanctorius), 드레벨(Cornelius Drebbel), 그리고 프루드(Robert Fludd)가 발명하였다. 밀폐된 용기 안에서 온도에 비례해서 팽창된 공기는 여기에 붙은 좁은 튜브내의 물기둥을 밀어 내도록 하였고, 튜브에 임의로 눈금을 매겨놓았다. 1650년경 플로랑스의 실험아카데미에서 밀봉형 유리내 액체 온도계가 발명되었다. 프로랑스 아카데미회원들은 수은과 알코올 온도계를 만들어 실험하였고, 감도가 좋은 알코올온도계를 선호하였다. 거의 한 세기동안에 알코올은 온도계의 표준액체로 쓰였고, 알코올의 낮은 비등점과 불확실한 순도라는 결점이 있었지만 이에 필적할만한 정밀한 온도계는 나오질 않았다.

17세기 중반이 되자 실험가들은 통일되지 않고 임의적인 눈금이 관측이 불편하고 비교하기가 어렵다는 것을 알았다. 두 가지 조치가 취해졌다: 표준온도계에 치수를 맞춘 측정계기를 사용하는 것과 기준점(고정점)에 기초한 눈금을 채택하는 것이었다. 1660년경 실험아카데미와 런던의 왕립학회는 표준온도계를 각 관측소에 보냈다. 후크(Robert Hooke, 1635-1702), 호이겐스(Christiaan Huygens, 1629-1695) 그리고 마리오트(Edme Mariotte, 미상-1684년 사망)는 기준점으로부터 부피로 측정된 눈금을 메긴 온도계를 사용하고 있었다.

두 기준점 사이에 각각의 도(度, degree)마다 같은 간격으로 눈금을 메긴 온도계가 17세기 후반 다수의 이탈리아인들과 18세기 초 드 라 히르(Philippe de la Hire, 1640-1718)에 의해서 제작되었다. 우수한 성능의 온도계는 화렌하이트(Daniel Fahrenheit, 1686-1736)가 수은을 이용하여 만든 온도계로, 두 기준점(물의 어는 점과 끓는 점)을 기준으로 600등분을 했다가, 후에 180등분한 눈금을 만들었고, 영국과 네델란드에서 1720년대에 매우 인기를 끌었다;

프랑스에서는 로뮈르(René de Réaumur, 1683-1757)의 단일기준점 온도계가 널리 복제되었다. 1742년 스웨덴의 셀시우스(Anders Celsius, 1701-1744)는 물의 어는점과 끓는점을 100등분한 온도계를 제작하여 오늘날의 섭씨온도계의 원형을 만들었다. 실제로는 셀시우스는 처음에 물이 어는점의 눈금을 100으로 잡고, 끓는점을 0으로 잡았다가, 그가 죽고 1년 후 린네가 반대로 잡았다.

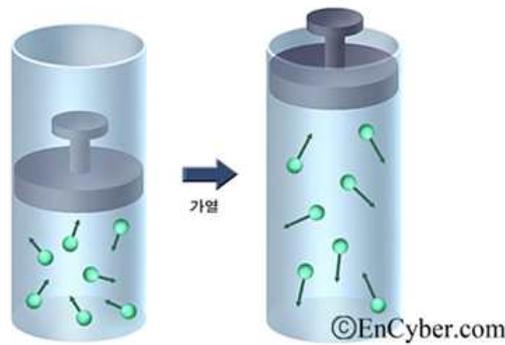
온도계의 정밀성에 대한 문제는 고정점 눈금을 일반적으로 채택하고 나서 서로 비교할 때 대두가 되었다. 1770년대에 데룩(J. A. Deluc, 1727-1817)과 라브와지외(Antoine Lavoisier, 1743-1794)가 온도계의 정밀화 작업에 들어갔다. 1770년대에 들어서자 프랑스와 영국의 계측 기기제조 업자들이 1/10도의 정밀도를 가진 온도계를 만들었다. 1776년에 영국왕립학회 위원회에서 개발한 방법은 온도계 제작 시 필요한 보정 법에서 최상의 것으로 평가를 받고 있으며 오늘날에도 거의 그대로 사용을 하고 있다.

온도측정 범위에서는 수은온도계가 알코올온도계보다 우수 하였다. 온도계의 측정범위를 처음으로 확장하려는 사람은 1701년 뉴턴으로서, 뉴턴은 고열의 적색 빛이 나는 쇠 덩어리가 식는데 걸리는 시간을 측정하여, 이로부터 뉴턴의 냉각공식이라고 부르는 $\Delta T = -cT\Delta t$ 의 공식을 세웠다. 19세기에 공기온도계를 이용하여 극한온도와 절대온도를 측정할 수 있게 되었다.

온도계의 발명 중 19세기의 가장 중요한 공헌은 1860년대 경 지멘스(William Siemens, 1823-1883)가 개발한 전기 저항온도계를 들 수 있고, 1890년대에 칼렌다(Hugh Callendar, 1863-1930)가 성능개량을 하였다. 백금저항온도계가 주로실험실에서 이용이 되고 있으며, 산소의 끓는점에서 안티몬의 어는점 사이의 온도를 정밀하게 측정 할 수 있다. 오늘날 이용되는 기타의 온도계를 보면, 헬륨, 수소, 질소, 탄소저항, 서미스터, 백금-백금로듐 열전쌍, 구리-콘스탄탄열전쌍, 크로멜-알루멜열전쌍, 빛 고온계(방사온도계, pyrometer)등이 있다.

샤를의 법칙 [Charle's law]

이 법칙은 1802년 조셉루이 게이뤼삭이 발표하였으나 1787년의 자크 샤를의 미발표 논문을 인용하였기 때문에 '샤를의 법칙' 또는 '샤를-게이뤼삭의 법칙'이라고 한다. 온도와 기체의 부피에 관한 법칙으로 기체팽창의 법칙이라고도 하며, 일정한 압력에서 기체의 부피는 그 종류와는 관계없이 절대온도에 정비례한다는 법칙이다.



온도가 높아질수록 기체 분자들의 에너지가 증가하므로 기체의 부피가 늘어난다.

즉, 압력이 일정할 때 기체의 부피는 종류에 관계없이 온도가 1℃ 올라갈 때마다 0℃일 때 부피의 1/273 씩 증가한다는 것이다. 일정한 압력일 때 기체 분자의 운동은 온도가 높아짐에 따라 활발해져서 용기의 벽에 충돌하는 횟수가 증가하므로 부피가 커지게 된다. V를 온도 t℃에서의 기체의 부피라 하고, V0을 0℃에서의 부피라고 하면, 다음의 관계식이 성립된다.