

일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

10. 이상 기체 법칙



일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

장비 구성

Ideal Gas Law 일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

Ideal Gas Law Wireless Bundle	PS-3310
Absolute Zero Apparatus	TD-8595
Plastic Containers (2)	740-183

Required:

PASCO Capstone™ Software

**일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지****일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지**

목 표

기체의 온도, 부피, 압력을 동시에 측정하여 이들이 이상 기체 법칙을 따르는지를 확인한다. 또한 일정 온도 또는 일정 부피의 특수한 상황에서의 기체 법칙을 설명하고, 절대 영도를 찾아낸다.

기본 이론

1962년, 로버트 보일은 일정한 온도에서 기체의 압력과 부피의 곱이 일정하게 유지되는 것을 발견하였다.

$$PV = K_1$$

여기서 K_1 은 상수이다. 따라서 압력과 부피는 서로 반비례한다.

1787년, 자크 샤를은 일정한 압력에서 기체의 부피와 온도(T)가 정비례한다는 것을 실험적으로 입증하였다.

$$V = k_2 T$$

여기서 k_2 는 상수이다.

1802년, 조셉 게이뤼삭은 부피가 일정할 때 기체의 압력과 온도 사이에 직접적인 관계가 있음을 발견하였다.

$$P = k_3 T$$

여기서 k_3 은 상수이다.

이상 기체 법칙은 위의 세 가지 발견을 결합한 것으로, 절대 압력(P)과 기체의 부피(V), 절대 온도 (T) 사이의 관련성을 설명한다.

$$PV = nRT$$

여기서 n 은 기체의 몰수이고, R 은 기체 상수이다.

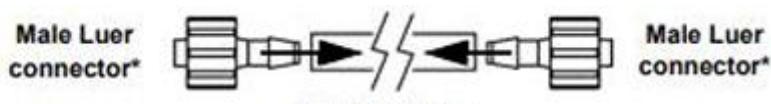
장비 설치

[Ideal Gas Syringe] 일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

1. 이상 기체 시린지에는 시린지 내부의 온도 변화를 측정하기 위한 저열용량 서미스터가 내장되어 있다. 서미스터의 스테레오 잭을 무선 온도 센서의 온도 포트에 연결한다.

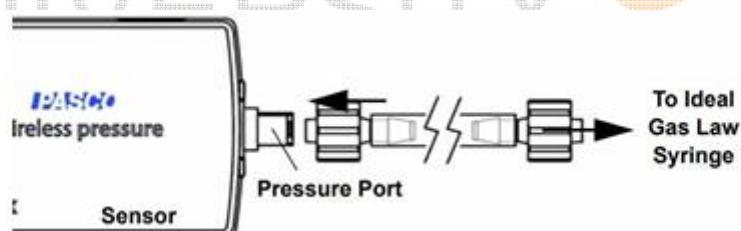


2. 무선 압력 센서에는 2개의 수형 루어 커넥터(male Luer connectors) 와 플라스틱 투브가 포함되어 있다. 다음과 같이 짧은 어댑터 투브를 만든다. 플라스틱 투브를 약 3cm 길이로 자른 다음, 소량의 글리세린을 루어 커넥터의 끝에 바르고 투브의 양쪽 끝에 밀어 넣는다.



* 표시된 부품은 무선 압력 센서에 포함되어 있음

3. 이상 기체 법칙 장치에 장착되어 있는 수형 루어 커넥터를 풀어 짧은 플라스틱 투브를 제거한 다음, 과정 2에서 만든 새 어댑터 투브를 이용하여 무선 압력 센서를 연결한다.



4. Capstone Software를 실행하여 "Ideal Gas Law wi.cap" 파일을 연다.

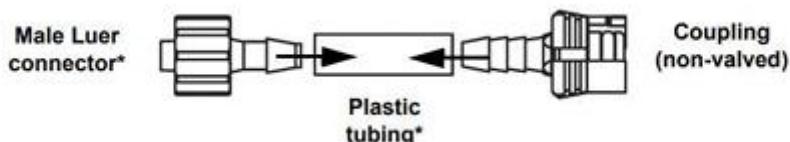
일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

[Absolute Zero Apparatus]

- 절대 영도 장치는 기체의 부피를 일정하게 유지할 수 있도록 속이 빈 구 모양의 용기로 구성되어 있으며, 장치 벽면에 온도 서미스터가 내장되어 있다. 서미스터의 스테레오 잭을 무선 온도 센서의 온도 포트에 연결한다.

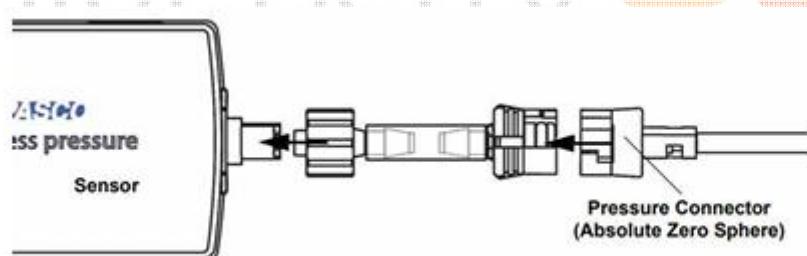


- 절대 영도 장치에 포함된 밸브 없는 커플링과 무선 압력 센서에 포함된 수형 루어 커넥터(male Luer connectors) 및 플라스틱 튜브를 이용하여 다음과 같이 짧은 어댑터 튜브를 만든다. 플라스틱 튜브를 약 2~3cm 길이로 자른 다음, 소량의 글리세린을 커플링과 루어 커넥터의 끝에 바르고 튜브의 양쪽 끝에 밀어 넣는다.



* 표시된 부품은 무선 압력 센서에 포함되어 있음

- 과정 2에서 만든 어댑터 튜브의 수형 루어 커넥터를 무선 압력 센서를 연결한다. 절대 영도 장치의 압력 커넥터를 어댑터 튜브의 커플링에 시계 방향으로 살짝 돌려 고정한다. (잠금 해제 시에는 압력 커넥터를 반시계 방향으로 돌린다.)



- Capstone Software를 실행하여 "Ideal Gas Law wi.cap" 파일을 연다.

[실험 1] 이상 기체 법칙

[실험 과정] 일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

1. 플라스틱 튜브의 커넥터를 압력 센서로부터 분리한다. 플런저가 멈춤 장치에 걸릴 때까지 최대한 눌렀을 때 시린지의 눈금을 읽어 나중 부피(Final Volume)를 기록한다.

Initial Volume (mL)	Final Volume (mL)
40	

2. 처음 부피(Initial Volume)가 40mL가 되도록 플런저의 위치를 맞추어 준 다음, 플라스틱 튜브의 커넥터를 압력 센서에 다시 연결한다.

3. RECORD 버튼을 누르고, 플런저를 빠르게 눌러 시린지 내부의 기체를 압축시킨다. 플런저 손잡이가 멈춤 장치에 걸릴 때까지 압축시키도록 한다.

4. 압력과 온도 그래프를 보면서, 압력과 온도가 일정해질 때까지 플런저를 손으로 고정한다.

5. 압력과 온도가 평형에 도달하면, 플런저를 놓고 압력과 온도가 다시 일정해질 때까지 기다린다.

6. STOP 버튼을 눌러 측정을 중지한다



일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

[실험 2] 온도가 일정할 때 : 보일의 법칙

[실험 과정] 일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

1. 플라스틱 튜브의 커넥터를 압력 센서로부터 분리한다. 플런저의 눈금을 50mL에 맞추고, 커넥터를 압력 센서에 다시 연결한다.
2. "Preview" 버튼을 클릭하고, 플런저의 위치를 50mL 눈금에 유지한 상태에서 "Keep Sample" 버튼을 눌러 측정된 압력을 표에 기록한다.

Syringe Volume (mL)	Abs. Pressure (kPa)
50	
45	
40	
35	
30	
25	

3. 플런저를 눌러 45mL 눈금까지 압축시키고, 수치 상자(Digits)에서 온도 변화를 관찰하면서 실내 온도와 평형이 될 때까지 유지한 다음, "Keep Sample" 버튼을 눌러 측정된 압력을 표에 기록한다.
4. 40mL, 35mL, 30mL, 25mL 눈금으로 바꾸어가며 압력 측정을 반복한다.
5. STOP 버튼을 눌러 측정을 중지한다.

일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

[실험 3] 부피가 일정할 때 : 절대 영도

1. 3개의 플라스틱 통에 뜨거운 물, 얼음물, 실온의 물을 각각 담아 준비한다. 절대 영도 장치의 금속 구를 넣었을 때 충분히 잠길 정도의 물을 채우도록 한다.

2. 플라스틱 투브의 커넥터를 압력 센서로부터 분리한다. 금속 구를 뜨거운 물에 완전히 담그고, 커넥터를 압력 센서에 다시 연결한다.

3. "Preview" 버튼을 누르고 온도와 압력이 평형에 도달할 때까지 기다린 다음, "Keep Sample" 버튼을 눌러 온도와 압력 측정값을 표에 기록한다.

4. 금속 구를 얼음물에 완전히 담그고 온도와 압력이 평형에 도달할 때까지 기다린 다음, "Keep Sample" 버튼을 눌러 온도와 압력 측정값을 표에 기록한다. **현재 및 재배포 금지**

5. 금속 구 실온의 물에 완전히 담그고 온도와 압력이 평형에 도달할 때까지 기다린 다음, "Keep Sample" 버튼을 눌러 온도와 압력 측정값을 표에 기록한다.

6. STOP 버튼을 눌러 측정을 중지한다.

	Temperature (°C)	Abs Pressure (kPa)
뜨거운 물		
얼음물		
실온의 물		

[Hot Water First]

7. 플라스틱 투브의 커넥터를 압력 센서로부터 분리한다. 금속구를 얼음물에 완전히 담그고, 커넥터를 압력 센서에 다시 연결한다. 이는 금속구 안의 기체의 양(몰수 n)을 다르게 하는 과정이다.

8. "Preview" 버튼을 누르고 온도와 압력이 평형에 도달할 때까지 기다린 다음, "Keep Sample" 버튼을 눌러 온도와 압력 측정값을 표에 기록한다.
9. 금속구를 실온의 물에 완전히 담그고 온도와 압력이 평형에 도달할 때까지 기다린 다음, "Keep Sample" 버튼을 눌러 온도와 압력 측정값을 표에 기록한다.
10. 금속구를 뜨거운 물에 완전히 담그고 온도와 압력이 평형에 도달할 때까지 기다린 다음, "Keep Sample" 버튼을 눌러 온도와 압력 측정값을 표에 기록한다.
11. STOP 버튼을 눌러 측정을 중지한다.

	Temperature (°C)	Abs Pressure (kPa)
뜨거운 물		
얼음물		
실온의 물		

[Ice Water First]

12. 플라스틱 튜브의 커넥터를 압력 센서로부터 분리한다. 금속구를 실온의 물에 완전히 담그고, 커넥터를 압력 센서에 다시 연결한다.
13. "Preview" 버튼을 누르고 온도와 압력이 평형에 도달할 때까지 기다린 다음, "Keep Sample" 버튼을 눌러 온도와 압력 측정값을 표에 기록한다.
14. 금속구를 뜨거운 물에 담그고 온도와 압력이 평형에 도달할 때까지 기다린 다음, "Keep Sample" 버튼을 눌러 온도와 압력 측정값을 표에 기록한다.
15. 금속구를 얼음물에 담그고 온도와 압력이 평형에 도달할 때까지 기다린 다음, "Keep Sample" 버튼을 눌러 온도와 압력 측정값을 표에 기록한다.
16. STOP 버튼을 눌러 측정을 중지한다.

	Temperature (°C)	Abs Pressure (kPa)
뜨거운 물		
얼음물		
실온의 물		

[Room Temp First]

일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지