

# 액체의 증기압 측정

---

순수한 액체가 진공상태의 구 (bulb)안에 놓여지면, 분자들은 증기압에 해당하는 압력이 도달할 때 까지 액체상태에서 기체상태로 이동한다. 이때의 압력이 주어진 온도에서 시료의 증기압이라는 물질의 고유한 물성이다. 평형 증기압은 액체나 기체의 양과는 무관하고 오직 온도에만 의존하고 온도가 증가함에 따라 증가하는데, 임계점 까지만 그 물성이 정의된다. 임계점 이상에서는 액체와 기체의 구분이 사라지고 균일한 상의 초임계 유체로서 상이 정의 된다.

## 1. 측정 방법

온도에 따라 증기압을 측정하는 방법은 여러 가지가 있다.

### (1) Gas-saturation method

알려진 부피의 비활성 기체를 항온조로 일정하게 온도가 유지되는 액체 시료에 기포상태로 통과시킨다. 증기압은 배출되는 가스에 포함된 액체의 양 또는 액체의 무게 차를 이용하여 계산한다.

### (2) Isoteniscope를 이용한 Static Method

Isoteniscope는 하나의 bulb와 이에 부착된 U-tube로 구성되어 있다. 액체는 bulb와 U-tube에 각각 채우고 액체를 감압 상태에서 끓여서 bulb내의 공기를 모두 제거한다. 그리고 이 bulb를 항온조에 위치시킨다. 주어진 온도에서 U-tube내의 액체의 높이를 같게 하도록 외부압을 가한다. 여기서 isoteniscope의 액체 수위를 일정하게 하기 위하여 가해진 압력이 바로 증기압 이다.

### (3) Boiling Point Method (Dynamic Method)

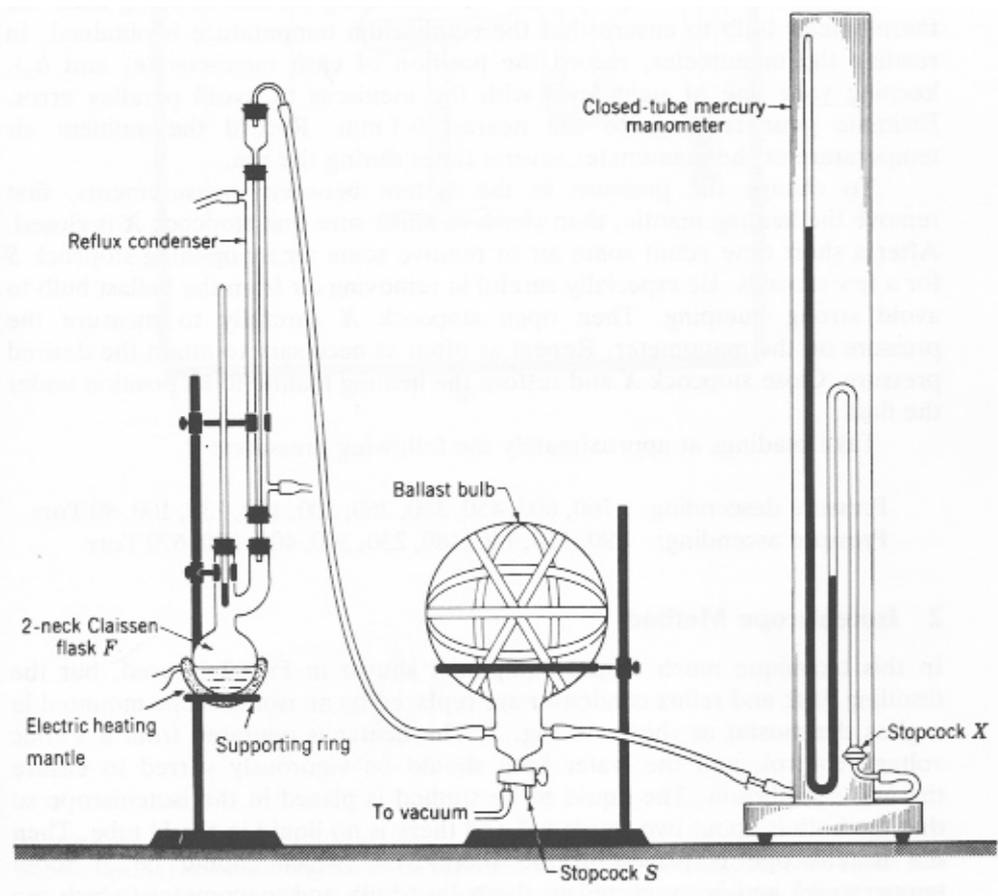
외부 압력의 변화에 따른 끓는 점의 변화를 측정하는 방법이다. 전체 압력은 매우 큰 부피를 가진 ballast bulb를 이용하여 유지한다. 이 압력은 수은 manometer에 의하여 측정된다. 시료를 끓는점 까지 가열하고 과열의 효과를 막기 위하여 재순환되는 증기의 온도를 측정한다.

Isoteniscope을 이용한 방법과 Boling Point Method를 좀더 자세히 설명한다.

## 2. 실험 방법

### (1) Boiling-Point Method

이 장치는 그림.1 에 나타낸 바와 같이 연결한다. Claisen distillation flask을 이용하여 그림과 같이 연결하여 사용한다. 응축기와 ballast bulb 사이의 연결과 bulb와 manometer 사이의 연결은 감압 또는 압력이 걸릴 수 있으므로 pressure tubing을 이용하여야 한다.



[실험 절차]

- 플라스크의 약 1/3 가량을 시료로 채운다.
- 비등석을 약간 넣어서 끓어 넘치거나 과도하게 끓는 것을 막는다.
- 온도계의 눈금이 1기압에서의 끓는점 보다 적어도 50 도 정도 낮은 범위에서 보이는지 확인한다.
- 가열은 electric mantle을 이용한다.
- Manometer의 사용은 많은 주의를 요한다.
  - . manometer내부에 응축된 액체가 생기지 않도록 주의한다.
  - . stopcock X는 압력을 읽기 위하여 manometer를 사용할 때에만 연다.
  - . stopcock X는 S가 진공 또는 대기상으로 열려있는 경우에는 절대로 동시에 열지 않도록 주의한다.
- 눈금을 읽을 경우에는 액체를 균일하게 끓게 하기 위해 너무 빨리 가열하지 않도록 한다.
- 끓는 현상이 균일해 지면 stopcock X를 조심스럽게 열고 manometer를 읽는다.
- manometer와 온도계의 눈금이 일정해 지면 가능한 한 동시에 눈금을 읽는다.
- 온도계는 0.1도 근방 까지 읽어야 하며, 증기상이 온도계 수은주에서 방울이 되어 떨어지는 평형 온도인지 확인 하여야 한다.
- Manometer의 눈금을 읽는데 있어서는 각각의 높이 ( $h_1$ ,  $h_2$ )를 기록하는데, 시차 오차가 발생하지 않도록 최대한 눈의 높이를 meniscus의 높이와 비슷하게 하여 읽어야 한다. 눈금은 약 0.1 mm 근방 까지 읽어야 한다.
- Manometer를 읽는 중간 중간에 상온을 측정하여 기록한다.
- 측정간에 압력을 변화시키려면, 먼저 heating mantle을 제거하고, stopcock X가 잠겨 있는지 확인한다. Stopcock S를 이용하여 수 초간 공기를 일부 제거하거나 더 들여 보낸다. 공기를 제거할 경우 액체가 출렁거리지 않도록 주의를 기울여 천천히 제거 해야 한다. stopcock X를 천천히 열어서 압력을 측정한다. 원하는 압력이 얻어질 때 까지 이 과정을 되풀이 한다. stopcock X를 잠그고 heating mantle을 원래 위치로 가져다 놓는다.
- 압력을 다음과 같이 증가/감소 시켜가면서 실험한다.  
(증가) 760 / 600 / 450 / 350 / 260 / 200 / 160 / 130 / 100 / 80 Torr  
(감소) 90 / 110 / 140 / 180 / 230 / 300 / 400 / 520 / 670 Torr

(2) Isoteniscope를 이용한 방법

Isoteniscope를 이용한 방법의 장치도는 그림.2와 같다. 항온조는 Variac 을 이용한 전압 조정식을 이용하고, 물을 이용한 항온조는 열적인 평행에 도달 할 수 있도록 강하게 교반되어야 한다.

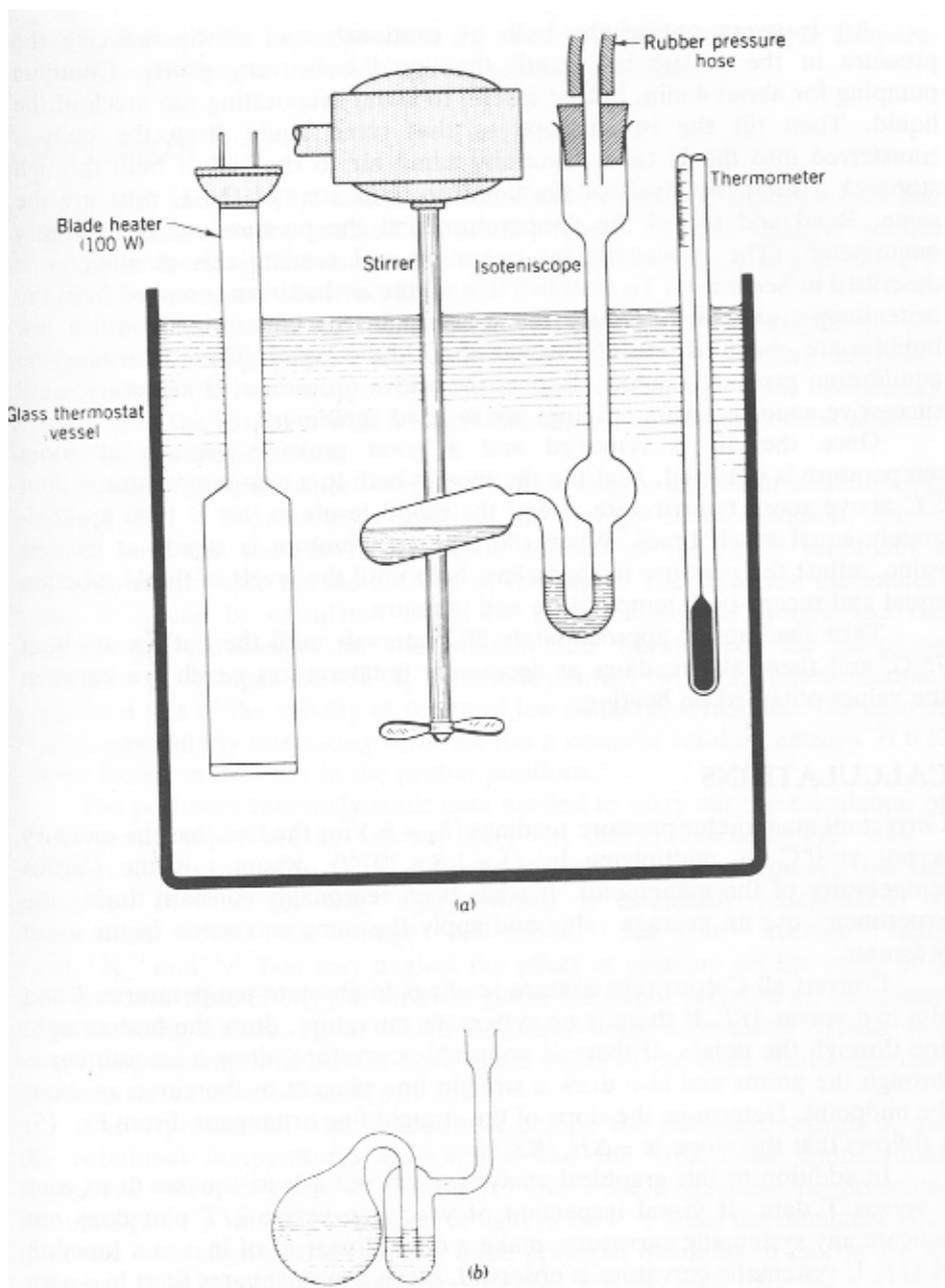


그림.2 Isoteniscope (a) 주요 장치도 (b) isoteniscope를 위한 또 다른 장치 그림

#### [실험 절차]

- 액체시료를 isoteniscope의 bulb에 약 2/3 정도 채운다. U-tube에는 액체를 채우지 않는다.
- isoteniscope를 상온이 유지되는 항온조에 위치 시키고, ballast bulb와 manometer를 연결 시킨다. 장치의 연결은 boiling point method 와 유사하다.
- 액체가 약하게 끓을 때 까지 ballast bulb의 압력을 낮추어 공기를 매우 조심스럽게 천천히 제거한다.
- 약 4분 정도 공기를 제거하는데, 너무 많은 액체가 증발되지 않도록 조심한다.
- isoteniscope를 약간 기울여서 isoteniscope의 액체가 U-tube로 들어가도록 한다.
- ballast bulb를 이용하여 조심스럽게 공기를 주입 시켜서 U-tube의 양쪽 액체 수위가 동일하도록 한다.
- 온도와 압력을 기록한다.
- 온도와 압력을 측정하는 방법은 (1)의 방법과 동일하다.
- 공기가 전부 제거되었는지 확인하기 위해서는 압력을 약간 낮추었을 때 U-tube의 액체에서 기포가 생기는지 관찰한다. 압력 측정 값이 일치될 때 까지 상기의 과정을 되풀이한다.
- 공기가 모두 제거되고, 상온에서의 압력 측정이 잘 얻어지면, 항온조의 온도를 약 5도 정도 높인다.
- 모든 측정시에 U-tube의 수위가 동일하도록 ballast bulb의 압력을 조절한다.
- 온도와 압력을 기록한다.
- 약 75도 까지 5도 간격으로 압력과 온도를 측정한다.
- 온도를 증가시킬 경우와 내릴 경우에 값을 측정한다.

#### 3. 참고문헌

- D. P. Shoemaker, C.W. Garland and J. W. Nibler, "Experiments in Physical Chemistry", McGraw-Hill, New York (1989)
- Laboratory Techniques Manual, MIT (1979)