

빙점 강하에 의한 분자량 측정

1. 이론

물질이 액체 용매에 녹았을 경우 어는점은 순수 용매 보다 내려간다. 이러한 현상을 “빙점강하” 라하며 용질의 종류에 무관한 물성이다. 이 물성은 물질의 양에 의존하는 성질로 용매에 녹아 있는 용질의 몰수에 대해 대략 직선적인 변화를 나타낸다. 그러므로 알려진 질량의 물질을 용매에 녹여 어는점 내림을 측정함으로써 분자량을 측정할 수 있다.

그림 1에서 보는 바와 같이 압력-온도 상도(phase diagram)에서 순수한 물질의 경우 그림의 굵은 선으로 나타나는 상평형 거동을 보이지만 용매에 용질이 녹은 용액 상태의 경우는 그림의 점선과 같이 빙점이 T_0 에서 T_f 로 낮아지게 된다. 분자량이 M 인 비휘발성 물질 Wg 이 1000g의 용매에 용해되어 있을 때 빙점강하 Δt 와 1몰 농도의 용액이 나타내는 빙점강하인 몰빙점 강하 Δt_m 사이에는 다음과 같은 관계 식이 성립한다.

$$\Delta t = \frac{W}{M} \times \Delta t_m$$

그러므로 용질의 분자량은 다음과 같이 계산될 수 있다.

$$M = \frac{\Delta t_m}{\Delta t} \times W$$

위 식은 나프탈렌과 같은 용질의 경우 사용될 수 있지만 용질이 용액내에서 회합하거나 전리하는 경우 또는 화학변화를 일으키는 경우는 사용될 수 없다.

이외에 분자량을 측정하는 방법으로는 막 삼투압 측정, 증기압 상승, 증기압 삼투법, 광산란법, 초원심 분리법, 점도 측정법등이 있다.

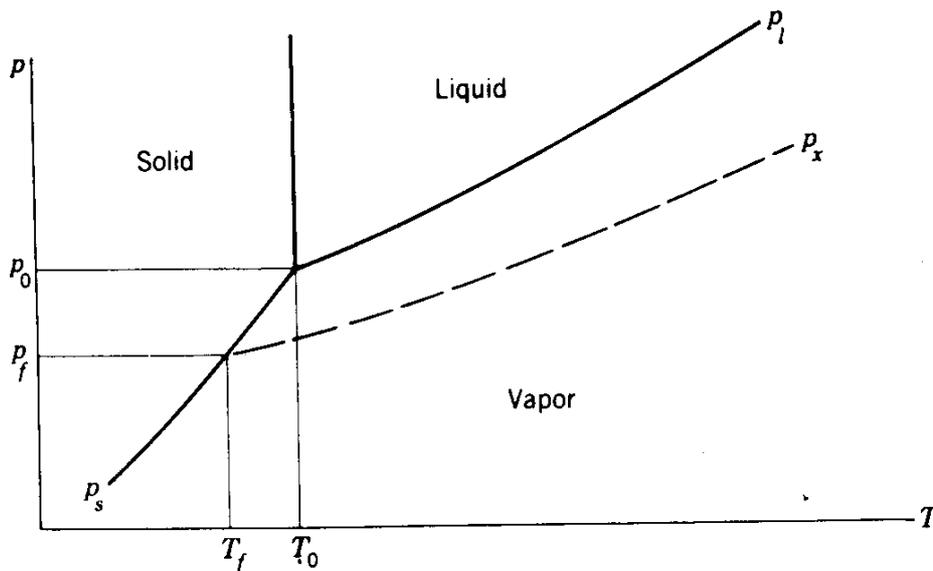


그림 1. 용매, 용액 압력-온도 상도

2. 실험

- 1) 그림2와 같은 실험장치를 구성한다.
- 2) 온도계를 삽입하고 benzene을 주입한다.
- 3) 교반기 B를 동작시키면서 30마다 온도계의 온도를 읽으며 기록한다.
- 4) 시간과 온도를 축으로하는 그래프를 그려 냉각에 따른 온도변화를 그린다.
- 5) 결정이 석출되어 온도 변화가 없을 때 온도를 읽는다.
- 6) 내관을 뽑고, 방치해 응고한 벤젠을 용해시킨다.
- 7) 내관을 다시 설치하고 벤젠의 어는점을 반복 측정한다.
- 8) 벤젠 10g에 나프탈렌 0.1g을 C를 통해 주입한다.
- 9) 나프탈렌을 완전히 용해시킨 후 위와 같은 방법으로 용액의 빙점을 반복 측정한다.
- 10) 용액의 경우 순수한 용매의 경우와 달리 온도 곡선에서 수평한 부분을 얻기 어려우며 이때 빙점은 고상의 냉각곡선과 액상의 냉각곡선의 교점으로한다.
- 11) 시료를 달리하여 빙점강하를 측정한다.

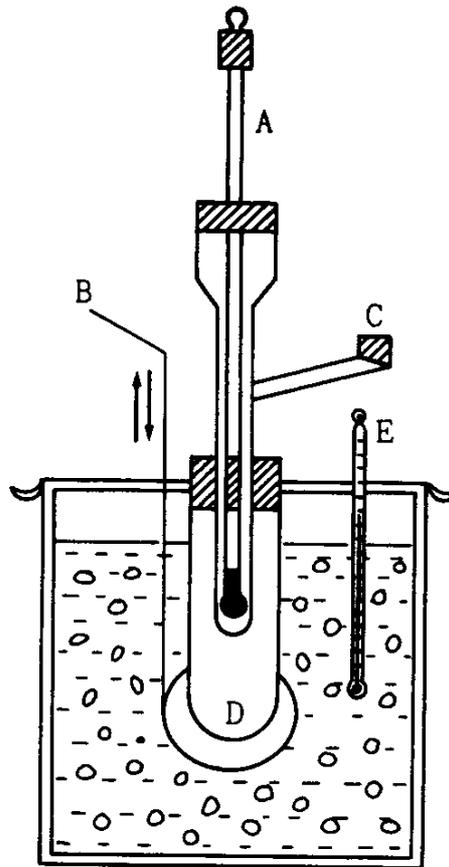


그림 2. 빙점 강하 측정 장치

3. 실험시 유의사항

- 1) 실험전에 아세톤으로 깨끗이 세척한 후 건조시킨다.
- 2) 실험후 나프탈렌은 녹여 종이에 싸서 휴지통에 버리고 남은 용액은 폐수통에 버린다.
- 3) 나프탈렌을 넣을 때 시험관 벽에 붙은 것은 시험관을 두드려서 모두 용해될 수 있도록한다.

4. 참고 문헌

- D. P. Showmaker, C. W. Garland, J. W. Nibler, "Experiments in Physical Chemistry", 5th ed., McGraw-Hill, New York (1989)