

액체의 밀도

1. 이론

액체의 밀도는 단위 부피 당 질량 (g/ml)으로 정의된다. 순수 물질의 대표적 물성자료로서 밀도가 굴절률로 대체되기는 했지만 액체와 용액의 밀도는 다른 성질들을 계산하는데 필요하다. 비중은 주어진 액체의 부피와 같은 부피의 순수 물의 질량 비이다. 20°일때 비중은 d_{20}^{20} 이라고 쓴다. 4°에서 물의 밀도가 1g/ml 이므로 20°에서의 비중은 4°의 물의 비중 d_4^{20} 과 비교하여 20°일 때의 밀도와 같다. 일반적으로 온도가 증가할수록 밀도는 감소한다.

액체의 밀도를 측정하는 데에는 다음의 두가지 대표적인 기법이 사용된다. 첫번째는 pycnometer 라고 불리는 부피가 알려진 용기에 담겨진 액체의 무게를 재는 방법이다. 좀더 부정확 하지만 아르키메데스의 원리를 이용한 Westphal balance 라는 장치를 이용하는 방법도 있다.

그림.1 에는 여러 가지 종류의 pycnometer 를 예시하였다.

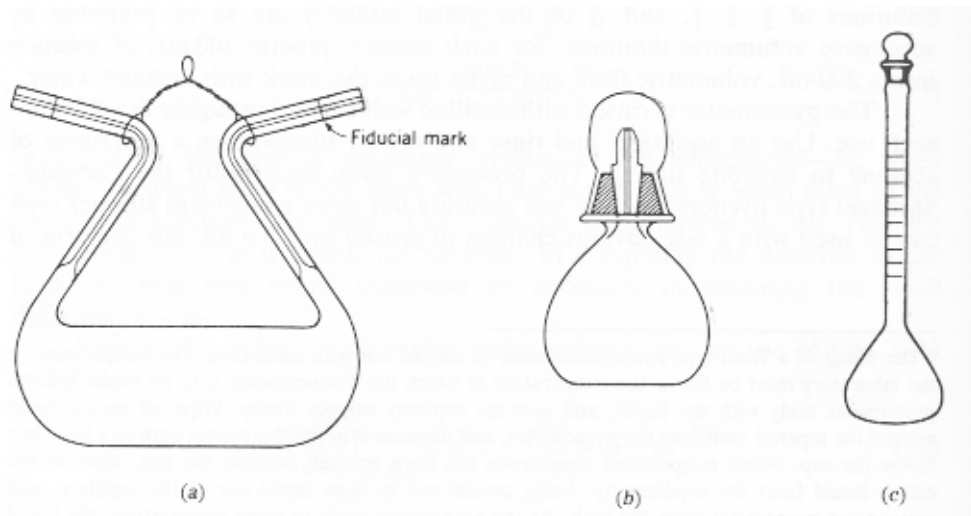


그림.1 여러가지 종류의 pycnometer

(a) Ostwald-Sprengel type

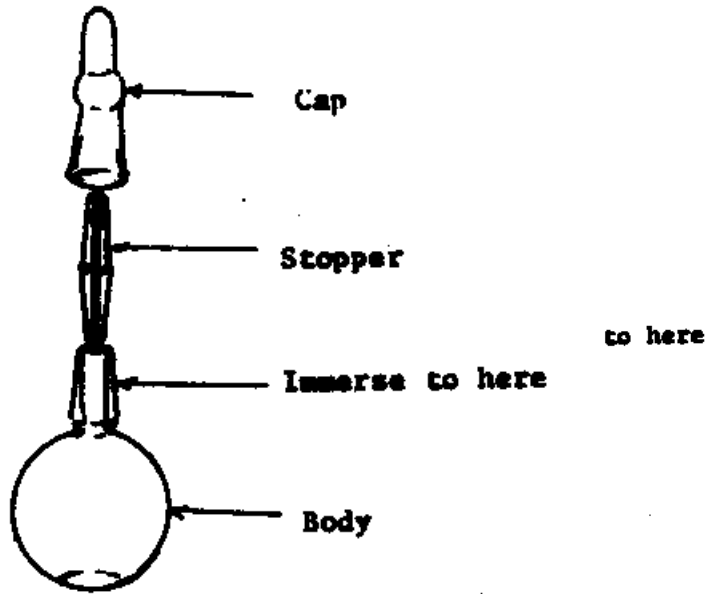
(b) Weld (stopper) type

(c) Cassia volumetric flask

본문에서는 주로 Weld type pycnometer 를 이용하여 밀도를 측정하는 방법을 주로 설명하도록 한다.

Westphal balance 는 아르키메데스의 원리를 이용하는 방법인데, 비교적 정확하지는 않지만 편리하고 빠르게 사용할 수 있다.

2. 실험방법 (Weld Pycnometer 를 이용한 실험법)



< Weld 비중계 >

- 비중계는 증류수로 깨끗이 세척하고 aspirator 를 이용하여 헹구어 내면서 말린다. 건조를 촉진하기 위하여 수차례 아세토돈으로 헹구어 낸다.
- 대략 20 분 동안 저울에 세워둔 후에 무게를 단다.
- 조정된 온도에서, 밀도를 아는 (대개는 물) 액체와 밀도를 측정하려고 하는 액체를 각각 비중계에 채운 후, 무게를 단다.
- 측정된 온도에서 미지시료의 밀도는 (1 식)에 의해 구할 수 있다.

$$d = \frac{d_0(W - W_e)}{W_0 - W_e} \quad (1 \text{ 식})$$

d_0 = 알고있는 액체의 밀도

W_e = 비중계만의 무게

W_0 = 밀도를 아는 액체의 무게 , W = 미지시료를 채운무게

(25°에서 물의 밀도는 0.9971 g/ml 이다.)

* Weld 비중계를 채울 때는 굉장히 주의하며 실험을 해야 하고, 실험실의 온도는 측정 온도보다 낮아야 한다.

- 비중계의 몸체에 액체를 담고 모세관 스톱퍼를 단단하게 고정시킨다.
- 이음새 주위에 남아있는 액체를 닦아내고 비중계의 마개를 닫고 항온 중탕기에 담근다 (그림에 그려진 선까지)
- 온도가 평형에 도달했을 때, 마개를 열고 모세관 끝에 남아있는 액체를 닦아낸다. (모세관 밖으로 떨어지지 않도록)
- 중탕기에서 비중계를 꺼낸다. 중탕기를 상온까지 냉각시킨 후, 모세관의 액체 관을 내린다. 이때 손으로 비중계에 열이 전해지지 않도록 주의한다.
- 스톱퍼의 끝부분만을 제외하고 조심스럽게 비중계를 닦는다,
- 비중계의 마개를 닫고 저울에 올려둔 채로 다시 무게를 달기 전까지 20 분간 그대로 세워둔다.

3. 참고문헌

- D. P. Shoemaker, C.W. Garland and J. W. Nibler, “ Experiments in Physical Chemistry” , McGraw-Hill, New York (1989)
- Laboratory Techniques Manual, 1 st, pp 14-10~14-12, MIT, 1979