

Ch. 2 열역학적 성질

- Contents

2.1 이상기체의 상태방정식

2.2 실제기체의 상태방정식

2.3 순수물질

2.1 이상기체의 상태방정식

- 상태방정식

- ▶ 시스템의 상태를 표시할 수 있는 열역학적 성질간의 관계를 나타내는 식

- 기본상태방정식

- ▶ 주어진 식으로부터 다른 성질을 필요로 하지 않고 모든 열역학적 성질을 계산할 수 있는 상태방정식, 압력 P , 체적 V , 온도 T 와의 관계를 나타내는 식

- 이상기체

- ▶ 실제로 존재하지 않는 이상적인 기체로서 완전기체라고도 함.

- ▶ 기체의 압력이 충분히 낮은 범위에서 주어진 일정한 질량에 대해 성립함

2.1 이상기체의 상태방정식

- 일반기체상수 $\bar{R} = 8.31441 \text{ kJ} / \text{kmol}$

- 기체 n 몰의 체적이 V 일 때: $PV = n\bar{R}T$

- 특정기체상수 R 는 질량이 $m=nM$ 이므로 $R = \bar{R} / M, PV = mRT$

- 아보가드로 수: $N_{av} = 6.022025 \times 10^{23} / \text{mol}$

2.2 실제기체의 상태방정식

● 압축성인자 $Z = \frac{P\bar{v}}{RT} = \frac{Pv}{RT}$

- ▶ 이상기체 : 압축성인자 $Z=1$
- ▶ 실제기체의 압축성 인자는 1이 아님
- ▶ 압력이 충분히 낮거나 온도가 높을 때, 밀도가 낮은 상태에서는 상태식이 모두 이상기체상태방정식으로 환원된다.
- ▶ 이상기체방정식: $Pv = RT$

● 실제기체의 상태방정식(비체적이 크게 되면 이상기체상태식으로 바뀜)

- 1) 비리얼 상태식
- 2) Van der Waals 상태식
- 3) Beattie-Bridgeman 상태식

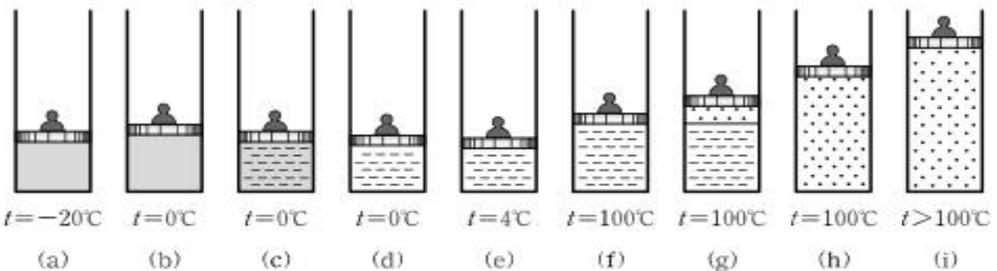
2.3 순수물질

● 순수물질

- ▶ 단일 화학성분으로 이루어진 성분이 균일한 물질임
- ▶ 여러 개가 상(phase)으로 존재할 수 있다. 예) 얼음, 수증기
- ▶ 혼합물 : 순수물질이 혼합되어 이루어진 물질
 - ① 공기: 산소, 질소를 비롯한 여러가지 순수물질로 구성된 혼합물이나, 기체 상태로 존재하는 한 순수물질로 다룰 수 있다. 그러나 저온에서 액체질소, 액체산소가 동시에 존재할 때 액체상과 기체상에서의 성분이 달라지므로 이 영역에서는 순수물질로 취급할 수 없다.
- ▶ Gibbs의 상칙(phase rule)
 - ① $f = \alpha - \beta + 2$
 - ② f 는 시스템의 상태를 결정하는 독립적인 강성적 성질의 수, 예) 온도, 압력
 - ③ α 는 순수성분의 수, β 는 시스템에 존재하는 상의 수
 - ④ 예) 순수물질에서 2개의 상이 존재할 때 $\alpha=1$, $\beta=2$ 에서 $f=1$ 로서 독립적인 강성적 성질이 압력이나 온도 중 1개임.

2.3.1 순수물질의 상평형

● 순수물질인 물 1kg이 실린더에 들어 있다. 실린더가 피스톤이 마찰없이 작동될 수 있는 피스톤으로 밀폐되며 피스톤에 추를 놓아 실린더 내의 압력이 항상 1atm이 되도록 유지하면서 물이 영하 20도에서 100도 이상이 되도록 가열할 때 비체적 변화를 관찰함.



① (f): 포화액: 증발 시작전의 액상
 ② (g): 포화상태-액상+기상, 습증기
 ❖ 건도 $x = \text{포화증기가 차지하는 질량비율}$
 $x = m_v / m$
 ① (h): 포화증기-증발이 완료된 상태
 ② (i): 과열증기-가열시 온도와 체적이 계속 증가함

온도 (°C)	-20	0 (고체)	0 (액체)	4	100 (액체)	100 (수증기)	100이상
비체적 (m³/kg)	0.001087	0.001091	0.00100016	0.00100003	0.001044	1.6729	1.6729 이상
상변화	고체	융해 <융해열>		액체	증발(1600배 팽창) <기화열>		과열증기

● 잠열: 일정한 압력의 일정한 온도에서 고체에서 액체, 액체에서 증기로 변화가 일어날 때 소요되는 열

● 감열 혹은 현열 : 가열이 온도의 상승을 수반할 때 소요된 열

● 포화상태: 2개의 상이 평형을 이루고 있는 경우, 예) (g): 액체+기체

2.3.2 포화상태에서의 열역학적 성질

● 포화상태에서 모든 성질은 포화액과 포화증기의 성질을 알고 액체와 증기의 구성성질을 알으로써 계산할 수 있다.

- ① 포화증기의 단위질량에 대한 임의의 상태량, X_V
- ② 포화액의 단위질량에 대한 양, X_L
- ③ 습증기 단위질량에 대한 양, X

$$X = (1-x)X_L + xX_V = X_L + (X_V - X_L)x$$

- ④ 건도 x 에서의 습증기의 비체적

$$v = (1-x)v_L + xv_V = v_L + (v_V - v_L)x$$

- ❖ 건도, x =포화증기가 차지하는 질량비율, $x=m_v/m$
- ❖ 포화증기의 건도: 100%, 포화액의 건도: 0