

Physical Chemistry 1 Exam #2 (2009. 5. 14)

1. 이상기체 열기관이 다음과 같이 움직인다고 한다. (1) 부피가 V_1 로 일정한 상태에서 압력이 p_1 에서 p_2 로 증가; (2) (V_1, p_2) 에서 (V_2, p_1) 로 가역 단열팽창; (3) 압력이 p_1 로 일정한 상태에서 부피가 V_2 에서 V_1 로 감소. 위의 과정을 pV 다이어그램으로 그리고, 이 과정의 열효율은 아래의 식과 같음을 보여라. 단, $\gamma = C_{p,m}/C_{v,m}$ 이며, 열용량은 온도에 무관하다.

$$\epsilon = 1 - \gamma \frac{(V_2/V_1) - 1}{(p_2/p_1) - 1}$$

2. (1) 상 경계를 나타내는 기본식인 Clapeyron 식을 유도하고, 이로부터 Clausius-Clapeyron 식을 유도하라. 이 때, 유도과정에서 사용된 가정을 기술하라.
 (2) 위 두 식을 고체-액체, 액체-기체, 고체-기체 경계에 적용하여 상평형 그림을 나타낼 수 있음을 보이고, 각 경계선의 특징을 정성적으로 설명하라. 그리고 물의 고체-액체 경계선이 음의 기울기를 갖는 이유를 설명하라.
3. 100 °C의 물 130 g이 담겨져 있는 단열된 비이커에 0 °C의 얼음 100 g을 넣는다. 이 과정에서 모든 얼음이 물로 녹을 때, ΔS 를 cal K⁻¹단위로 소수점 둘째 자리까지 구하라. 이 때, 얼음의 융해열은 80 cal g⁻¹이고, 물과 얼음의 열용량은 각각 1 cal K⁻¹ g⁻¹, 0.5 cal K⁻¹ g⁻¹이다.

4. (1) $\pi_T = \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V - p$ 를 열역학 상태방정식이라 한다. 다음의 또 하나의 열역학 상태방정식, $\left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_T = V - T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$ 을 증명하라.

- (2) 이를 이용하여, perfect gas와 van der Waals gas에 대하여 각각의 $\left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_T$ 를 구하라.

5. 물의 물 증발열은 7.93 kcal mol⁻¹이고, 액체 A의 물 증발열은 6.81 kcal mol⁻¹ 이다. 그리고 413 K에서 물과 액체 A의 증기압은 같다. (1) 물과 액체 A에 대해서 10³/T에 따른 p의 변화 그래프를 그려라. 10³/T와 p는 각각 K⁻¹과 atm 단위로 나타내고, 413 K와 373 K의 data에 해당하는 점의 좌표를 반드시 명시하라. (2) 액체 A의 정상 끓는점(normal boiling point)을 구하라.