

이성분계의 상평형

▣ 시약 및 기구

- 시약 : Naphthalene, p-dichlorobenzene, 세척용 아세톤
- 기구 : 시험관 8개, 100°C 온도계 8개, 비커(1L 1개, 500 mL 1개), 스탠드, 교반기, 알루미늄 호일

▣ 실험방법

1. 순수한 나프탈렌과 p-dichlorobenzene의 어는점 측정

- ① 어는점 측정 장치를 설치한다. (비커에 물을 넣고 80°C이상으로 가열을 한다.)
- ② 시험관에 나프탈렌 1.5 g을 넣는다. (넣는 과정에서 시험관 벽면에 붙은 것은 시험관을 두드려 손실을 방지한다)
- ③ 시험관을 커다란 비커 안의 수면 아래로 깊숙이 잠기게 한다. (이것은 용액의 주요 부분이 어는 점에 도달하기 전에, 시험관 윗부분에서 결정화가 일어나는 것을 방지하기 위함이다.)
- ④ 30초마다 온도를 측정하여 냉각 곡선을 얻는다.
- ⑤ p-dichlorobenzene 1.5 g도 ②~④의 방법으로 실험한다.

2. 나프탈렌과 p-dichlorobenzene 혼합물의 어는점 측정

- ① 나프탈렌과 p-dichlorobenzene을 원하는 비율로 시험관에 넣는다.
(나프탈렌 + p-dichlorobenzene = 1.5g 으로, p-dichlorobenzene의 조성이 무게 백분율로 15%, 30%, 45%, 60%, 75%, 90%가 되도록 준비한다.)

15% → p-Dichlorobenzene 0.225 g + Naphthalene 1.275 g

30% → p-Dichlorobenzene 0.450 g + Naphthalene 1.050 g

45% → p-Dichlorobenzene 0.675 g + Naphthalene 0.825 g

60% → p-Dichlorobenzene 0.900 g + Naphthalene 0.600 g

75% → p-Dichlorobenzene 1.125 g + Naphthalene 0.375 g

90% → p-Dichlorobenzene 1.350 g + Naphthalene 0.150 g

- ② 시험관을 커다란 비커 안의 수면 아래로 깊숙이 잠기게 한다.
- ③ 30초 마다 온도를 측정하여 냉각 곡선을 얻는다.
(이때, 결정화가 처음 시작되는 온도를 기록하여 냉각 곡선 분석에 이용한다.)
- ④ 각각의 p-dichlorobenzene 조성에 대해, ①~③의 과정을 반복한다.

※ 주의사항

- glass tube와 항온조의 온도 차이는 약 5°C로 정도로 하는 것이 좋다.
- air jacket을 사용하여 급격한 온도변화를 막는다.
- 시험관에 물기가 없도록 아세톤으로 washing을 한다.
- 실험 후 시험관의 나프탈렌은 녹여서 종이에 싸서 휴지통에 싸서 버리고 시험관에 남은 것은 더운물로 세척하여 폐액통에 버린다.
- 과냉각이 너무 오래 계속되면 어는점 측정이 부정확해진다. 따라서 고체상의 아주 작은 결정을 넣어 촉진핵을 만들어 초과냉각을 막는다.

▣ 실험결과 분석

1. 상평형 그림 그리기

① $1/T$ 을 가로축으로 하고 각 성분의 몰분율의 로그값(세로축)을 세로축으로 도시한다. (순수한 성분의 녹는점)에서 0이므로 0에서 시작하는 직선이 됨.)

② 각 성분에 대한 두 개의 직선은 기울기가 음의 값이고, $1/T$ 공용점 에서 수직선을 그으면, 함께 녹는 몰분율 조성에 해당하는 점에서 두 직선이 교차하고, 이 두 직선 그림으로부터 온도-조성관계의 관계를 나타내는 매끄러운 곡선의 상도표가 얻어진다.

$$\ln x_A = \ln(1 - x_B) = -\frac{\Delta H_{fus}}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T^*} \right)$$

$$T = \left[\frac{1}{T^*} - \frac{R \ln x_A}{\Delta H_{fus}} \right]^{-1}$$

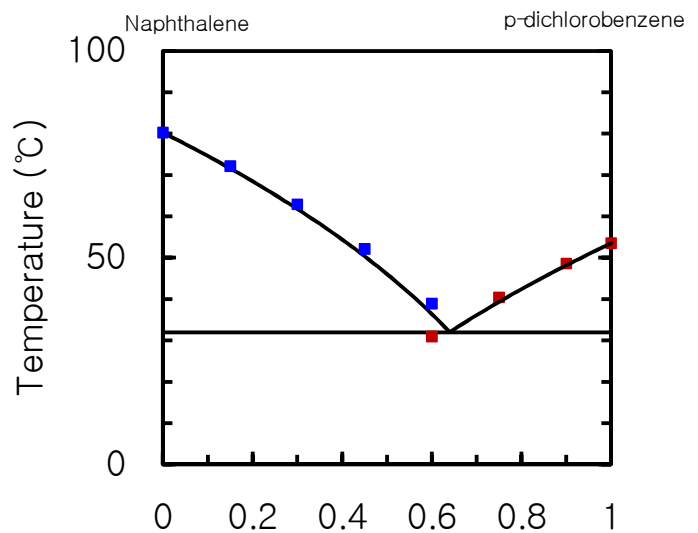
x_A : p-dichlorobenzene 의 몰분율

x_B : naphthalene 의 몰분율

ΔH_{fus} : enthalpy of fusion

T^* : 순수한 용액의 어는점 (K)

R : $8.314 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$



Mole Fraction

온도(T)와 조성(용질의 몰분율)의 그래프

2. ΔH_{fus} k_f 계산

k_f : 어는점 내림상수

R : 이상기체상수

M_A : 용매의 몰질량

T_m : 녹는점

ΔH_{fus} : 엔탈피

$$k_f = \frac{RT_m^2 M_A}{\Delta H_{fus}}$$

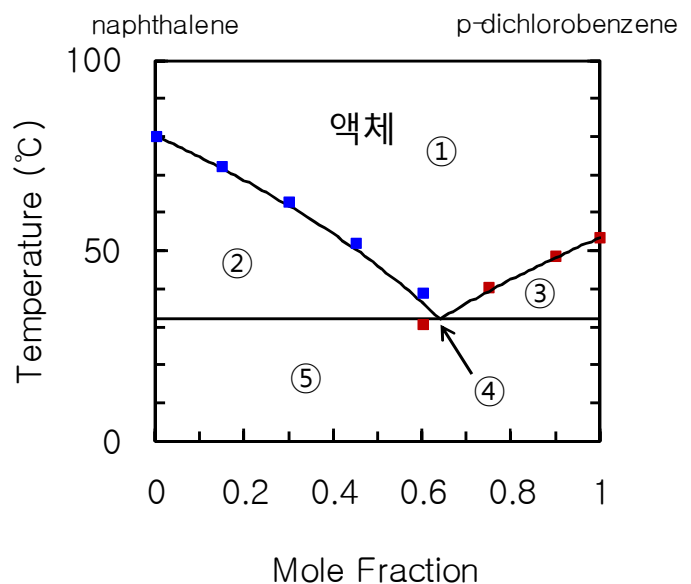
3. 상규칙

$$F = C - P + 2$$

F: 자유도 C: 성분의 수

P: 상의 수 2: 온도, 압력

각 영역(①~⑤)에 대한 상규칙 고찰 →



Mole Fraction