

# 재료공학개론 과제3

2018-12432, Electrical and Computer Engineering department, ParkJeonghyun

10/3/2023

## 1 Problem 1

### 1.1 a

Vacancy의 수는 아래와 같다.

$$N_v = N \exp\left(-\frac{Q_v}{kT}\right) \quad (1)$$

따라서 fraction은 아래와 같다.

$$N_v/N = \exp\left(-\frac{0.90 \times 1.602 \times 10^{-19}}{1.38 \times 10^{-23} \times 1357}\right) \quad (2)$$

$$= 4.5 \times 10^{-4} \quad (3)$$

### 1.2 b

$$N_v/N = \exp\left(-\frac{0.90 \times 1.602 \times 10^{-19}}{1.38 \times 10^{-23} \times 298}\right) \quad (4)$$

$$= 5.9 \times 10^{-16} \quad (5)$$

### 1.3 c

$$\frac{N_v/N(1357K)}{N_v/N(298K)} = \frac{\exp\left(-\frac{0.90 \times 1.602 \times 10^{-19}}{1.38 \times 10^{-23} \times 1357}\right)}{\exp\left(-\frac{0.90 \times 1.602 \times 10^{-19}}{1.38 \times 10^{-23} \times 298}\right)} \quad (6)$$

$$= 7.6 \times 10^{11} \quad (7)$$

## 2 Problem 2

### 2.1 a

Hume - Rothery rule은 1. 원자들의 반지름 크기 차이가 15% 이하이고, 2. 동일한 결정구조를 가지고, 3. 비슷한 전기 음성도를 가지고, 4. 동일한 valency electron을 가져야한다. 이중에 이를 모두 만족하는 원소는 Pt뿐이다.

### 2.2 b

Ag는 원자반지름 크기가 약 16%차이가 나며 valency 숫자가 다르다. 그리고 Al은 원자반지름 크기가 약 14.8%이고 valency 숫자가 다르다. Co, Cr, Fe, Zn 는 다른 결정 구조를 가진다. 따라서 Ag, Al, Co, Cr, Fe, Zn는 incomplete solubility를 가진다.

### 2.3 c

C, H, O는 Ni보다 크기가 충분히 작으므로 interstitial solid solution이 된다.

### 3 Problem 3

#### 3.1 a

Vacancy diffusion은 원래의 lattice position에 존재하던 원자가 근처의 vacant lattice로 이동하는 diffusion이다. 반면에 interstitial diffusion은 격자들 사이의 비어있는 interstitial position으로 결정을 구성하는 원자보다 작은 분자들이 이동하는 현상이다.

#### 3.2 b

Interstitial diffusion의 경우 결정을 구성하는 원자보다 작은 입자가 이동하는 것이므로 통상적으로 interstitial diffusion이 vacancy diffusion보다 빠르다. 더불어서 vacancy의 숫자보다 interstitial의 숫자가 더 많으므로 (vacancy  $\exp(-Q_v/kT)$ ) interstitial diffusion이 발생할 확률이 더 높아 속도가 vacancy diffusion보다 빠르다.

### 4 Problem 4

#### 4.1 a

Diffusion constant는 아래의 식을 따른다.

$$D = D_0 \exp\left(-\frac{Q_d}{RT}\right) \quad (8)$$

$$\ln D = \ln D_0 - \frac{Q_d}{RT} \quad (9)$$

따라서 아래의 식이 성립한다.

$$\ln(5.5 \times 10^{-14}) - \ln(3.9 \times 10^{-13}) = -\frac{Q_d}{R} \left( \frac{1}{600 + 273.15} - \frac{1}{700 + 273.15} \right) \quad (10)$$

$$Q_d = -\frac{\ln(5.5 \times 10^{-14}) - \ln(3.9 \times 10^{-13})}{\left( \frac{1}{600 + 273.15} - \frac{1}{700 + 273.15} \right)} \times 8.3145 [J/mol] \quad (11)$$

$$= 1.38 \times 10^5 [J/mol] \quad (12)$$

$$D_0 = D \times \exp\left(\frac{Q_d}{RT}\right) \quad (13)$$

$$= 5.5 \times 10^{-14} \times \exp\left(\frac{1.38 \times 10^5}{8.3145 \times (273.15 + 600)}\right) [m^2/s] \quad (14)$$

$$= 9.9 \times 10^{-6} [m^2/s] \quad (15)$$

#### 4.2 b

$$D = D_0 \exp\left(-\frac{Q_d}{RT}\right) \quad (16)$$

$$= 9.9 \times 10^{-6} \times \exp\left(-\frac{1.38 \times 10^5}{8.3145 \times (273.15 + 850)}\right) [m^2/s] \quad (17)$$

$$= 3.8 \times 10^{-12} [m^2/s] \quad (18)$$