

1. (a)

$$\frac{\partial C}{\partial t} = (12 \text{ at\% Au}) R(\beta) \exp[R(\beta)t] \cos \beta x$$

$$\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} = - (12 \text{ at\% Au}) \exp[R(\beta)t] \beta^2 \cos \beta x$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \tilde{D} \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \Rightarrow R(\beta) = -\tilde{D} \beta^2$$

$$= - (10^{-23} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}) \left(\frac{2\pi}{2 \times 10^{-9} \text{ m}} \right)^2$$

$$= -9.87 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$$

maximum composition difference in the sample z at% Au

$$\Rightarrow \exp[R(\beta)t] = \frac{1}{12}$$

$$t = \frac{1}{R(\beta)} \ln\left(\frac{1}{12}\right) = \frac{1}{-9.87 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}} \times \ln\left(\frac{1}{12}\right) = 25176 \text{ s}$$

$$(b) \frac{\partial C}{\partial t} = (12 \text{ at\% Au}) R(\beta) \exp[R(\beta)t] \cos \beta x$$

$$\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} = - (12 \text{ at\% Au}) \exp[R(\beta)t] \beta^2 \cos \beta x$$

$$\frac{\partial^4 C}{\partial x^4} = (12 \text{ at\% Au}) \exp[R(\beta)t] \beta^4 \cos \beta x$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \tilde{D} \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - \frac{2K\tilde{D}}{f''} \frac{\partial^4 C}{\partial x^4}$$

$$\Rightarrow R(\beta) = -\tilde{D}\beta^2 - \frac{2K\tilde{D}}{f''}\beta^4$$

$$= - (10^{-23} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}) \left(\frac{2\pi}{2 \times 10^{-9} \text{ m}} \right)^2$$

$$- \frac{2 \times (-2.6 \times 10^{-11} \text{ J} \cdot \text{m}^{-1}) \times (10^{-23} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1})}{5 \times 10^9 \text{ J/m}^3} \times \left(\frac{2\pi}{2 \times 10^{-9} \text{ m}} \right)^4$$

$$= -8.86 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$$

maximum difference 2 at x. Au

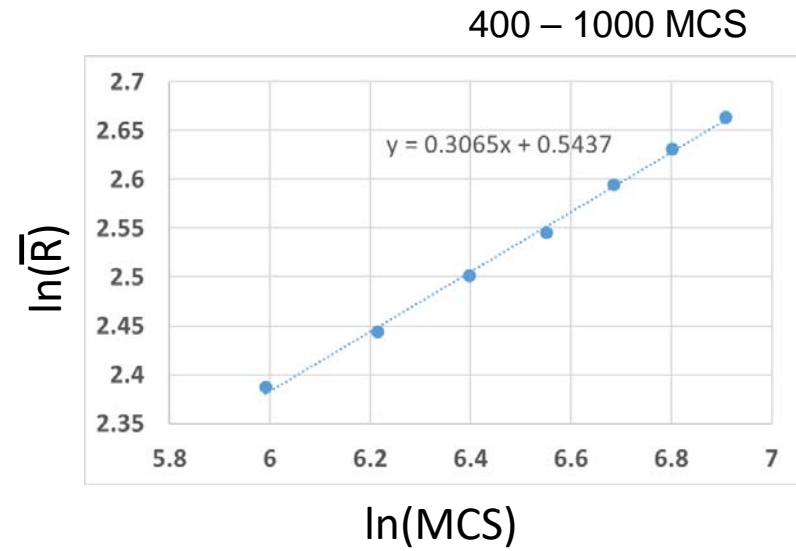
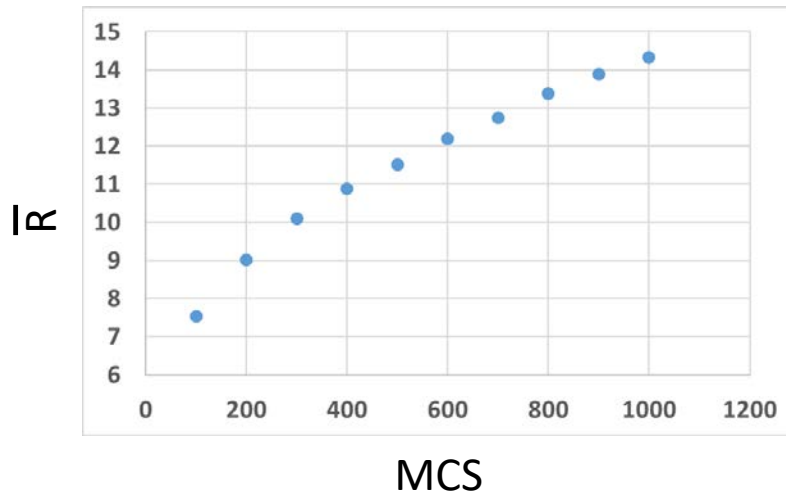
$$\Rightarrow \exp [R(\beta)t] = \frac{1}{12}$$

$$t = \frac{1}{R(\beta)} \ln\left(\frac{1}{12}\right) = \frac{1}{-8.86 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}} \times \ln\left(\frac{1}{12}\right) = 28046 \text{ s}$$

(c) Negative gradient energy coefficient 를 가지는 것은 interfacial energy적인 관점만 고려할 때 Ag와 Au가 분리되어 있을 때 에너지가 낮다는 것을 의미한다. 위 내용의 원인을 극단적인 예를 들어 설명하자면 Ag와 Au가 완전히 분리되어 있는 경우 계면을 경계로 모든 atom이 서로 다른 atom과 접촉하게 되지만 Ag와 Au가 섞여 있는 경우 계면을 경계로 서로 같은 atom과 접촉하고 있을 확률이 높다. Ag와 Au가 서로 다른 atom과 접촉하는 것을 선호하기 때문에 Ag와 Au가 분리되어 있을 때 interfacial energy가 낮다고 설명할 수 있다. 위와 같은 이유로 interfacial energy를

고려하지 않는 1-(a) 문제보다 interfacial energy를 고려하고 있는
1-(b) 문제에서 diffusion couple의 homogenize에 더욱
오랜 시간이 소요되는 것으로 계산된다.

2.(a)



Initial grain # = 64000
Temperature = 10

$$R = kt^n \Rightarrow \ln(R) = n \ln t + \ln k$$

$$n = 0.3065, k = 1.722$$

2.(b)

$$\frac{dR}{dt} = nkt^{n-1} = \lambda v$$

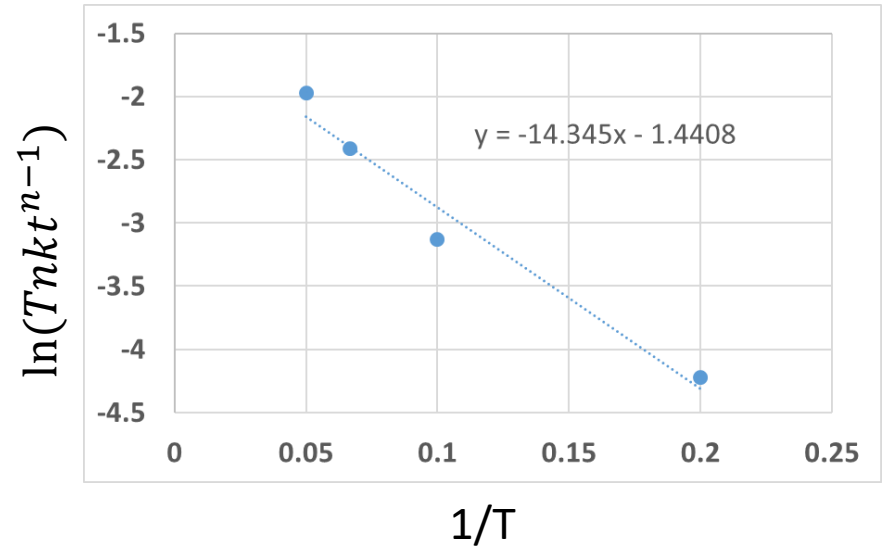
$$v = v_0 e^{-\frac{\Delta G^*}{RT}} \left(1 - e^{-\frac{\Delta G_{df}}{RT}}\right) \Rightarrow v_0 e^{-\frac{\Delta G^*}{RT}} \frac{\Delta G_{df}}{RT}$$

↑
($\Delta G_{df} \ll RT$)

$$nkt^{n-1} = \lambda v_0 e^{-\frac{\Delta G^*}{RT}} \frac{\Delta G_{df}}{RT} \quad (C = \frac{\lambda v_0 \Delta G_{df}}{R})$$

$$\Rightarrow \ln(Tnkt^{n-1}) = \ln C - \frac{\Delta G^*}{RT}$$

400 – 1000 MCS



T	5	10	15	20
n	0.2248	0.3065	0.3852	0.4254
k	2.757	1.722	1.081	0.864

$$\Rightarrow \frac{\Delta G^*}{R} = 14.345$$