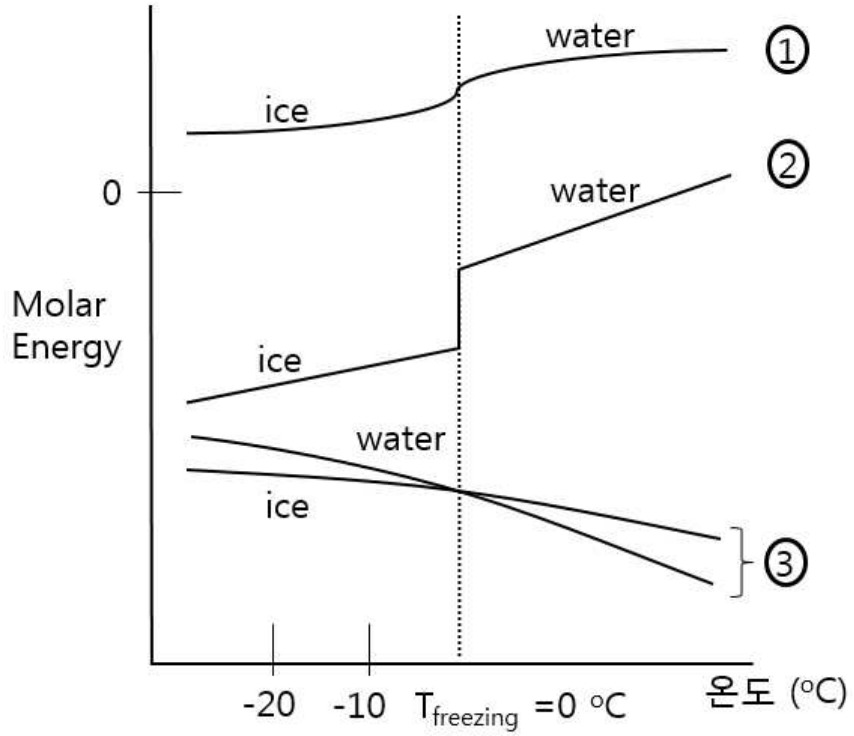
【 문제-1 】 (30점)

순수한 물의 온도에 따른 아래 (Gibbs free energy, entropy, enthalpy) 곡선을 참고하여 다음 물음에 답하시오.



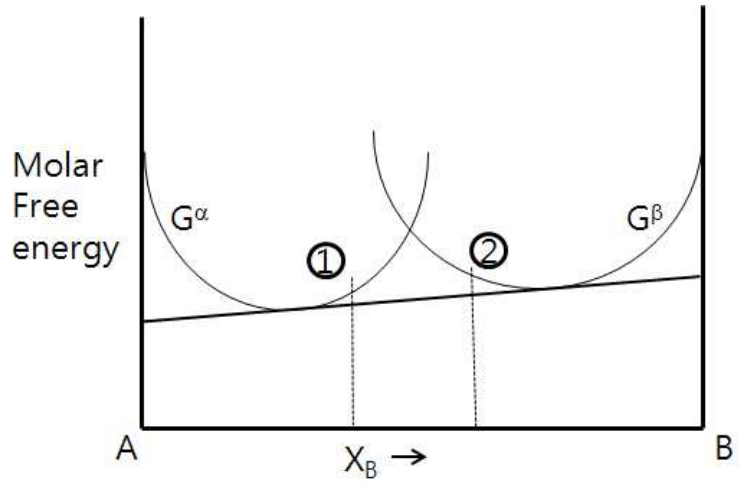
(1) 곡선 ①, ②, ③의 명칭을 쓰고, 각 곡선의 기울기가 의미하는 열역학적 성질이 무엇인지 쓰시오. (10점)

(2) 얼음의 핵생성이 각각 -10 ℃ 와 -20 ℃에서 일어나는 경우, 두 경우의 응고 구동력 (ΔG)의 비($\Delta G_{-10}/\Delta G_{-20}$)를 구하시오. (단, 물의 응고잠열 ($\Delta H_f$)은 80 cal/mol 이다) (10점)

(3) 위 (2)에서 두 온도에서의 임계핵(critical nucleus)의 부피 비 (V^*_{-10}/V^*_{-20})를 구하시오. (10점)

【 문제-2 】 (20점)

가상의 A-B 합금의 온도 T_1에서의 molar free energy vs composition diagram이 아래와 같다. 조성 ①인 ***α***-block과 조성 ②인 ***β***-block을 아래와 같이 용접하였다고 한다. 다음 물음에 답하시오.(단, 그림에서의 직선은 두 상의 T_1에서의 common tangent line임)



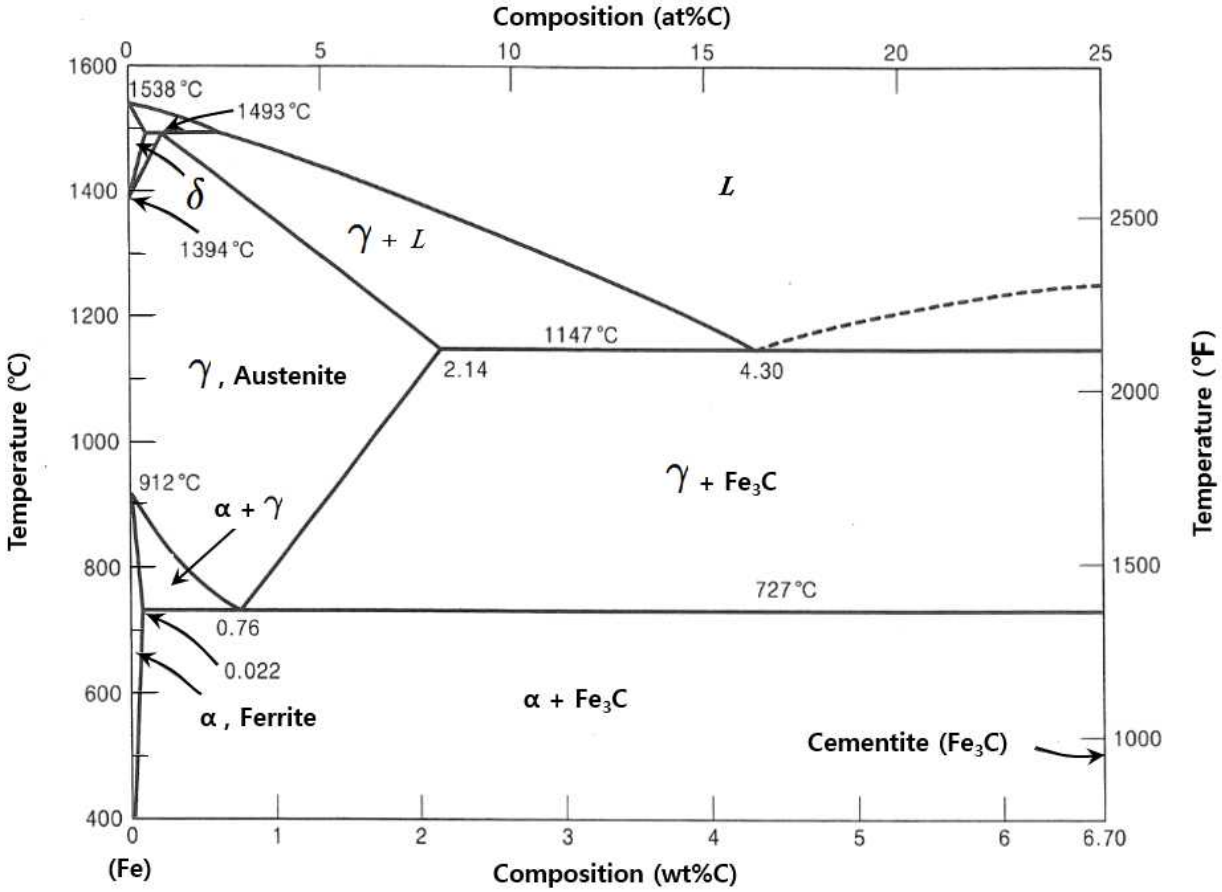
α(조성①)	β(조성②)

(1) 이 용접 block을 온도 T_1에서 annealing을 한다면, A atom과 B atom의 확산 방향은 각각 어디로 향하는 지 쓰고, 그 이유를 그림을 이용하여 설명하시오. (10점)

(2) 확산이 끝나는 때는 언제이며, 그 이유는 무엇인지 설명하시오. (10점)

【 문제-3 】 (30점)

0.45 wt% C인 Fe-C 합금을 오스테나이트 온도로부터 공석반응선 바로 아래 726 ℃까지 천천히 냉각하는 경우에 대하여 아래 $Fe-Fe_3C$ 평형상태도를 참고하여 다음 물음에 답하시오. (단, 계산값은 소수점 넷째자리에서 반올림하여 소수점 셋째자리까지 구한다.)



(1) 726 ℃에서 페라이트와 시멘타이트의 총 분율을 구하시오. (10점)

(2) 726 ℃에서 초석 페라이트와 펄라이트의 분율을 구하시오. (10점)

(3) 위 (1), (2)의 결과를 이용하여, 726 ℃에서 공석 페라이트의 분율을 2가지 방식으로 구하시오. (10점)

【 문제-4 】 (20점)

고Mn강(12 wt% Mn-1 wt% C)은 Hadfield 강이라고도 불리며, 통상 1,100 ℃로 가열한 후 수냉하는 이른바 수인처리(water toughening)를 실시하여 사용한다. (단, 이 강의 마텐자이트 변태개시온도(M_s)는 M_s(℃)=500-300×(wt% C)-33×(wt% Mn)로 주어지며, 여기서 질량효과는 고려하지 않는다.)

(1) 고Mn강에 대한 수인처리의 필요성 및 수인처리를 하여 얻고자 하는 미세조직에 대하여 설명하시오. (12점)

(2) 고Mn강을 수냉 대신 공랭으로 상온까지 냉각하는 경우에 생성되는 미세조직 및 그 미세조직이 생성되는 이유를 설명하시오. (8점)