

단위 조작

Unit operation

제 12 장. 흡착, 추출 & 결정화 공정

12.1-3 흡착공정, 흡착평형식, 크로마토그래피

12.4 이온교환 흡착공정 (IEC)

12.5-6 액액 추출공정

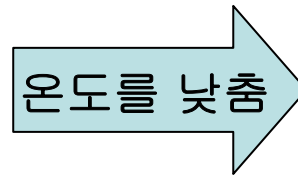
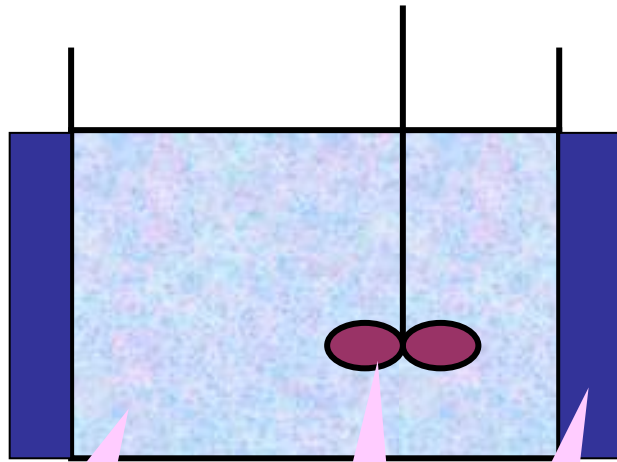
12.7 연속식 다단 추출공정

12.11 결정화 공정

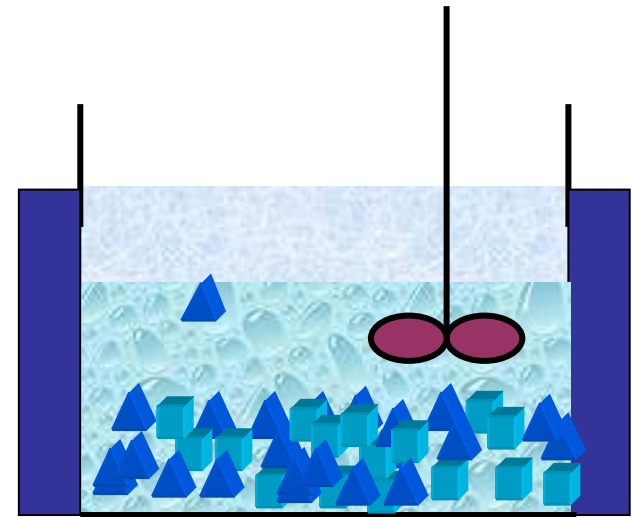
12.12 결정화 이론

Crystallization process (batch)

초기 상태



나중 상태



농축된 용액

교반장치

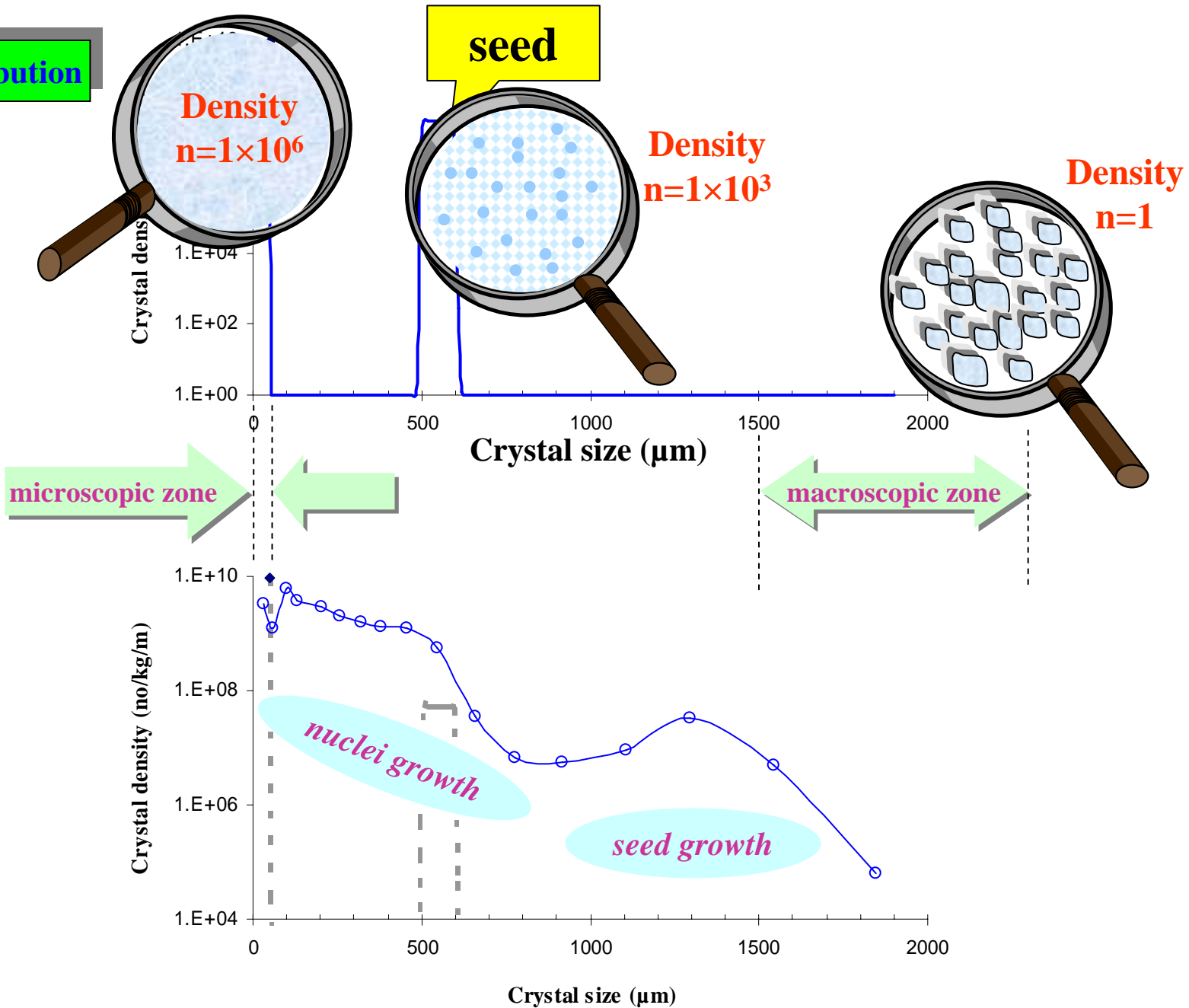
냉각장치

Crystal Size Distribution

Initial state

after 180 min

Final state



12.11 결정화 공정: crystallization process

1. 정의: 고-액 분리공정중의 하나로서, 액체속의 용질이 고체 결정상으로 이동하는 것을 결정화라 한다. 결정화 공정은 용액을 농축시킨 후 냉각시켜 용질의 용해도를 낮추면, 용질이 고상으로 결정을 형성하는 공정이다. 이 공정에서의 주된 관심은 일정한 크기의 큰 결정을 만드는 것이다.

2. 결정체 (crystal) ?: glass or crystal? Graphite or diamond
결정체는 원자, 이온, 분자들로 이루어진 고체로 원자, 이온 또는 분자들이 일정하고, 반복적으로 배열된 것.

3. 응용: i) 물로부터 얼음의 형성
ii) 사탕수수로부터 설탕 (glucose + fructose) 결정 제조
iii) 의약품의 결정화 공정들

12.11B 평형 용해도: solubility diagram

물리적 의미: 어느 온도에서 용질이 최대량 녹아있는 상태를 평형 용해 상태라 하고, 온도에 따른 용액 속 용질의 최대 농도를 나타내는 그림을 평형 용해도라 한다.

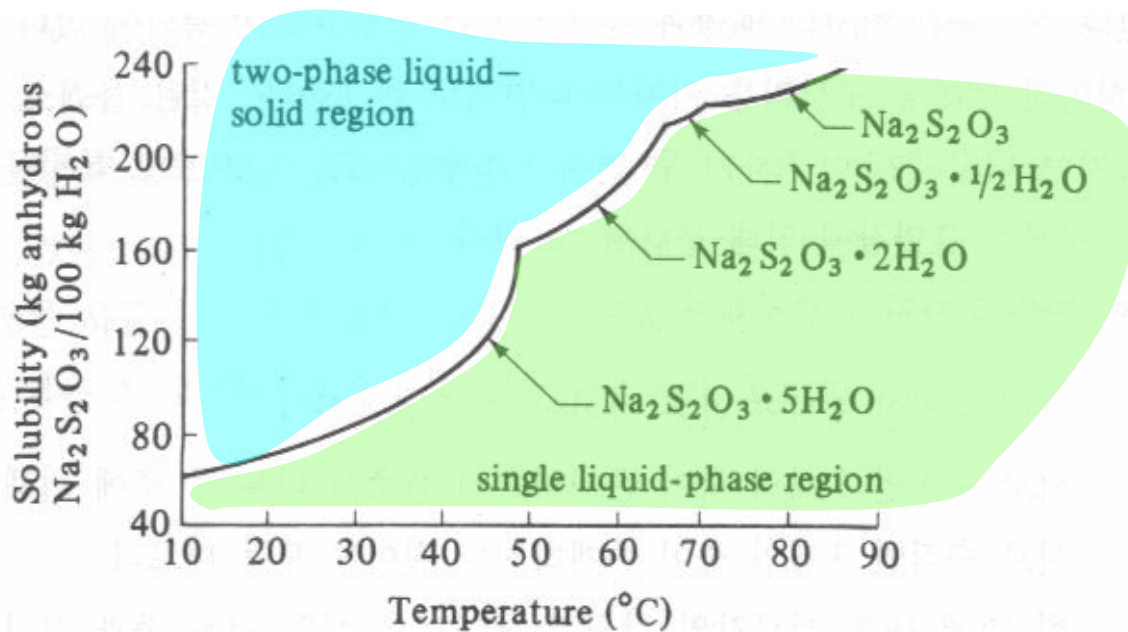


FIGURE 12.11-1. Solubility of sodium thiosulfate, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, in water.

12.12 핵형성 이론

결정을 만들기 위하여 온도를 낮추면, 용질이 과포화 상태로 되고, 서서히 핵을 형성하면서 결정은 커지고, 포화상태까지 결정화가 진행된다.

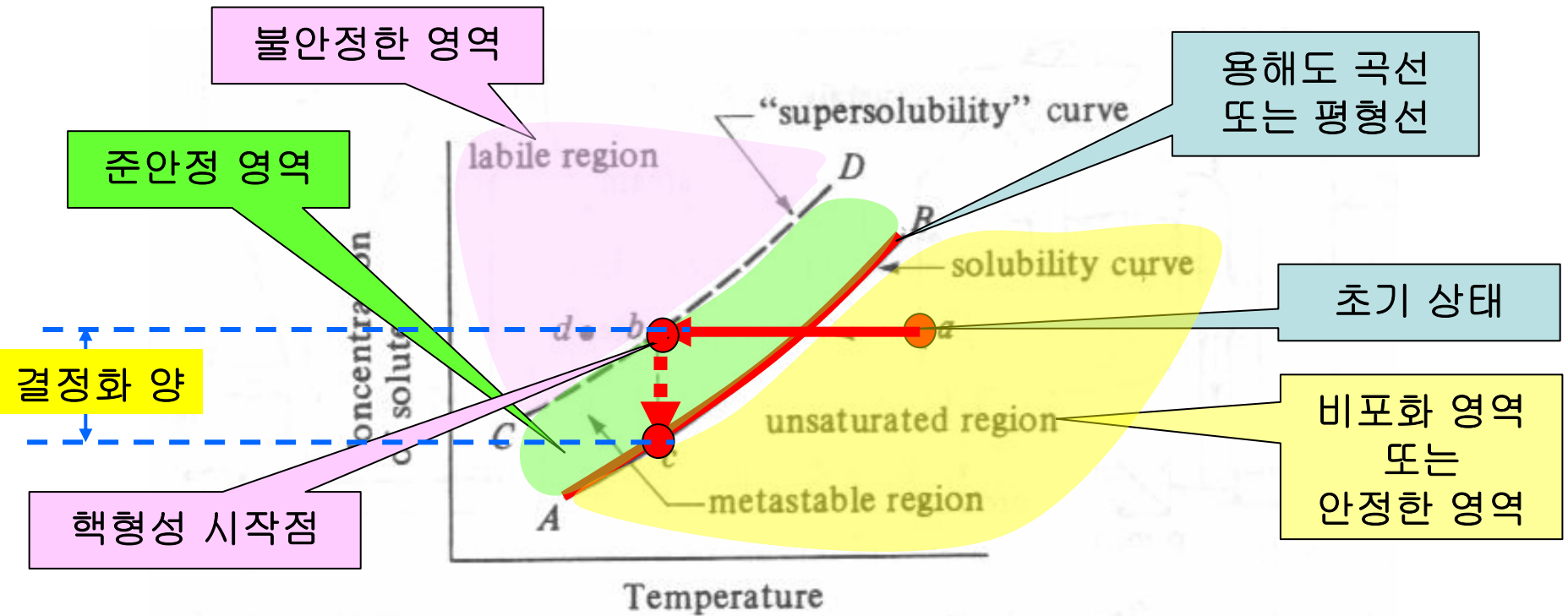


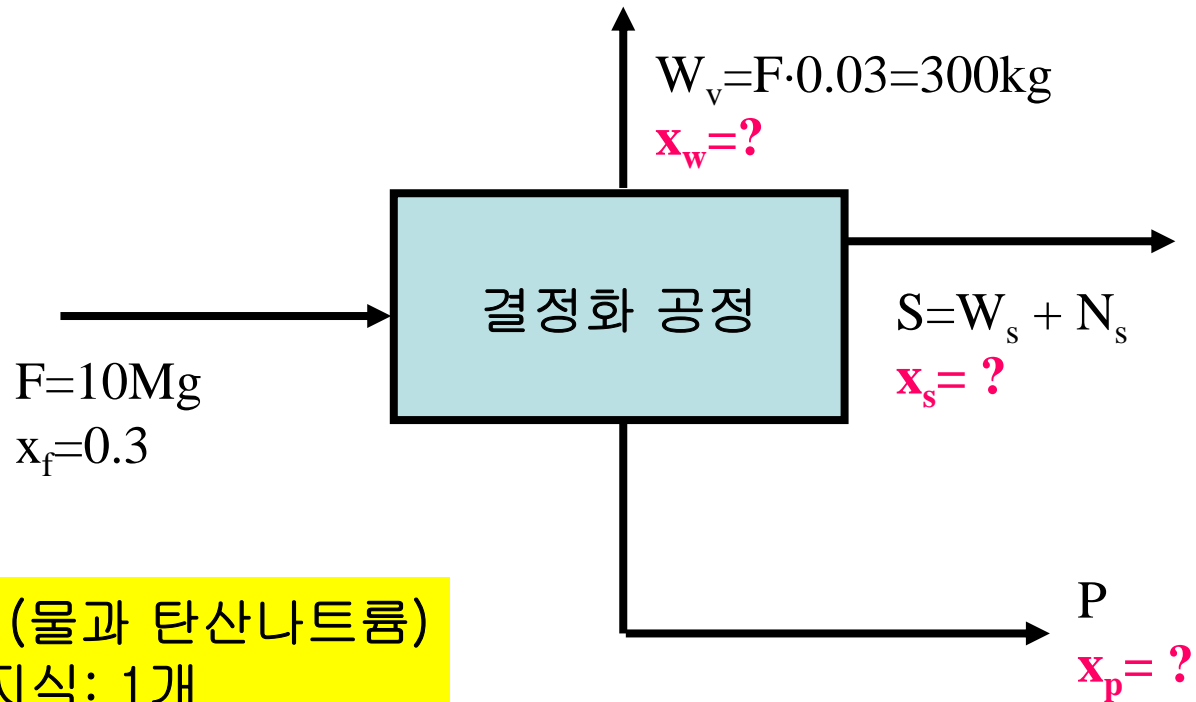
FIGURE 12.12-1. Miers' qualitative explanation of crystallization: solubility curve (AB) and "supersolubility" curve (CD).

예제 12.11-1 결정화 공정의 수율

Na_2CO_3 , 30%, 10Mg \rightarrow 20 °C 로 냉각

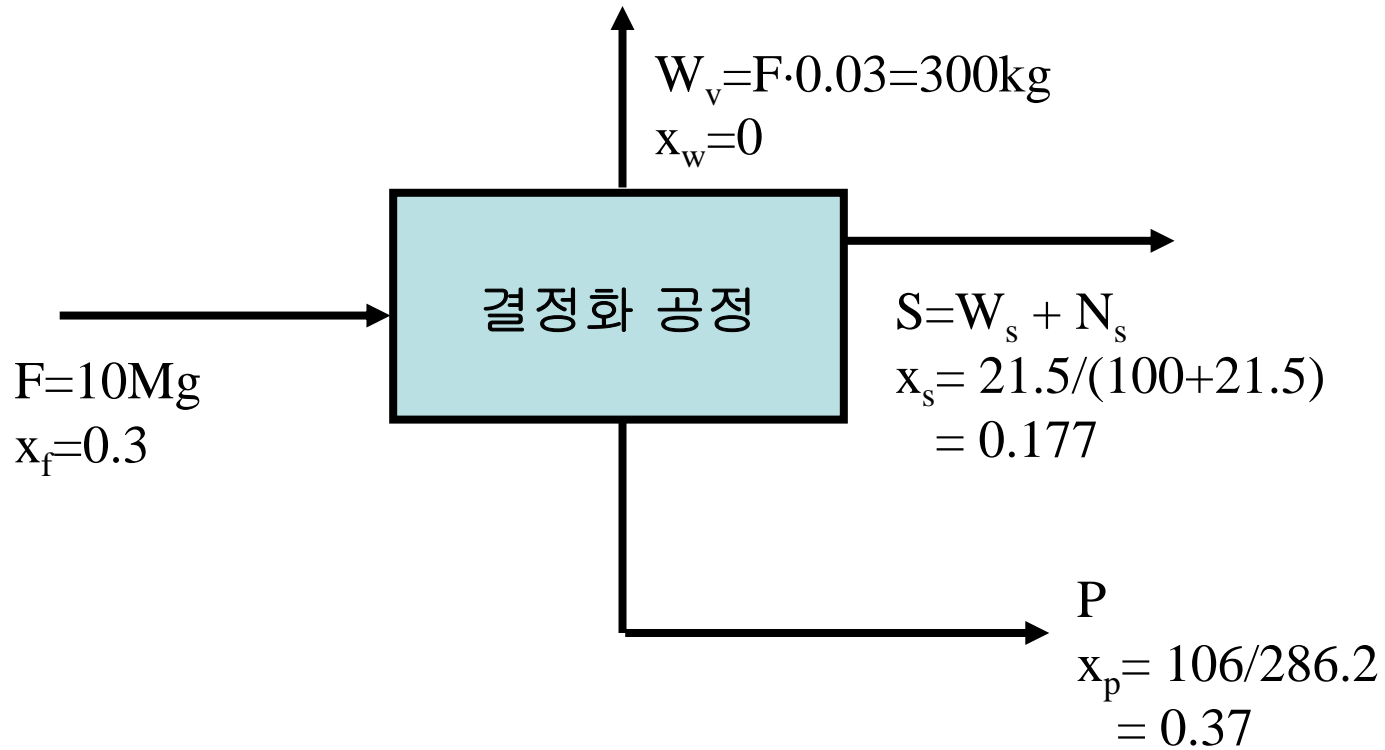
20 °C 에서 탄산나트륨 용해도 = 21.5kg/100kg-water

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10(\text{H}_2\text{O})$ 결정의 수율은 냉각중 3% 의 물이 증발했을 때 얼마인가?



- 성분수: 2개 (물과 탄산나트륨)
- 총괄물질수지식: 1개
- 성분물질수지식: 2개

예제 12.11-1 결정화 공정의 수율



총괄물질수지식

$$F=W+S+P$$

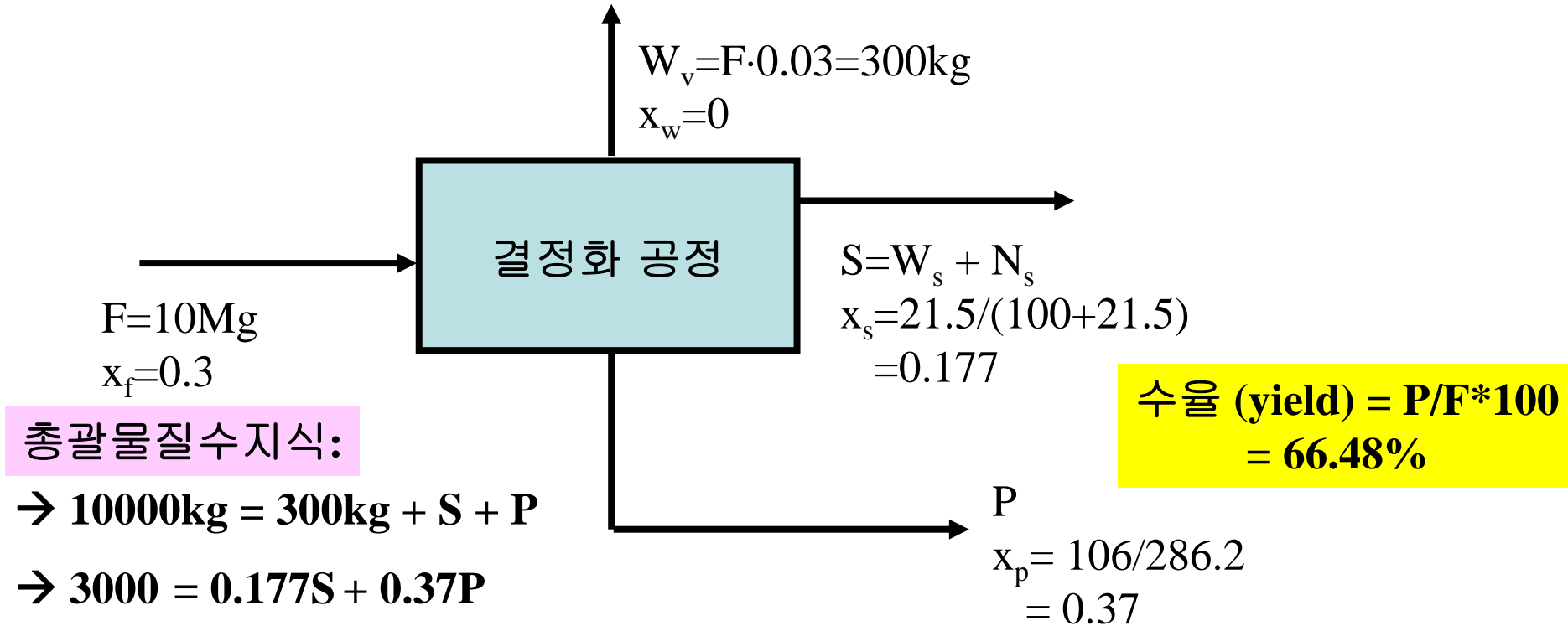
$$\rightarrow 10000\text{kg} = 300\text{kg} + S + P$$

성분 물질수지식: 탄산나트륨

$$F \cdot x_f = W \cdot x_w + S \cdot x_s + P \cdot x_p$$

$$\rightarrow 3000 = 0.177S + 0.37P$$

예제 12.11-1 결정화 공정의 수율



$$S + P = 9700$$

$$0.177S + 0.37P = 3000$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0.177 & 0.37 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S \\ P \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 9700 \\ 3000 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} S \\ P \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0.177 & 0.37 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} 9700 \\ 3000 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3051.8 \\ 6648.2 \end{pmatrix}$$