



2020 학년도 2 학기

화학공업과

화공양론

담당교수 : 김경호

제 5 주차 1차시



DIT 동의과학대학교
DONG-EUI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

[수업 목표]

1. 물질수지에 대해 학습해 봅시다.

Input + Accumulation = Output

들어온 양 + 축적된 양 = 나간 양

(3.2)식

t_1 에서 t_2 까지 계에서의 축적 양
= t_1 에서 t_2 까지 계에 들어온 양
- t_1 에서 t_2 까지 계에서 나간 양

예제 3.1

호수의 물수지

물수지는 호수에서 일어나는 지하수의 여과, 증발, 침전의 영향을 평가하는 데 사용된다. 그림 E3.1에 제시한 물리적 현상을 기호로 물수지를 나타내라(모든 기호는 같은 시간 간격 동안의 질량으로 나타내라).

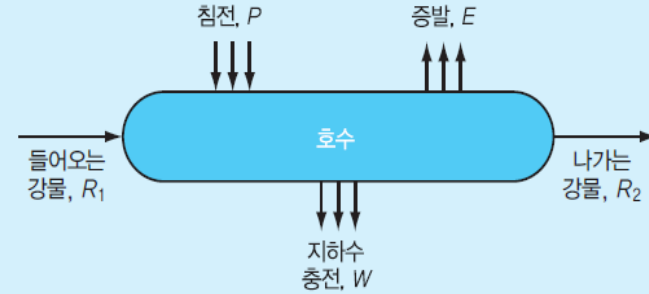


그림 E3.1

>풀이

식 (3.2)는 계에서 물에 대한 반응이 없을 때까지 적용한다. 식 (3.2)의 각 항은 그림 E3.1의 기호로 표현될 수 있다. 예를 들어 R_1 은 유속이 아닌 시간 간격 동안 계 안으로 들어오는 강물의 총유량이고, R_2 는 시간 간격 동안 계 밖으로 나가는 총유량이다. 만약 호수 안으로 들어오는 시냇물이 있다면 추가적인 R_s 를 더해 주어야 한다. 어떤 축적량은 표기법으로 시간을 지정해야 한다. 시간 간격 동안 호수 물의 양이 변경될 수 있다는 생각에 기초하여 $S_R(t_1)$ 과 $S_R(t_2)$ 는 호수의 처음 물의 양과 최종적인 물의 양으로 놓는다.

계는 무엇이 되어야 하는가? 호수물의 종합수지를 구하므로 계는 호수가 된다. 기준은 무엇이 되어야 하는가? 구체적인 시간 간격(나와 있지 않은)을 정하는 것은 표시된 유량 중 하나를 선택하는 것과 같다. 그렇다면 물수지는 다음과 같다.

$$S_R(t_2) - S_R(t_1) = R_1 - R_2 + P - E - W$$

예제 3.2

과당 저장탱크에서 물의 질량수지

그림 E3.2의 저장탱크를 보라. 3시간 동안 탱크 속 물의 축적량은 6000 kg이다. 공급속도와 제거속도가 3시간 동안 일정하게 유지된다고 가정할 때 두 번째로 공급되는 \dot{F}_2 의 유속을 결정하라. \dot{F}_1 은 10,000 kg/h이고 물의 제거속도 \dot{P} 는 12,000 kg/h이다.

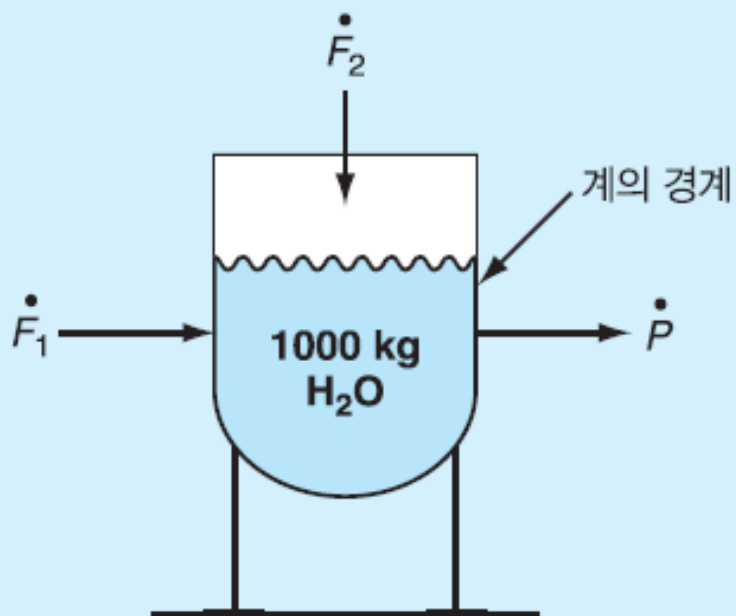


그림 E3.2

› 풀이

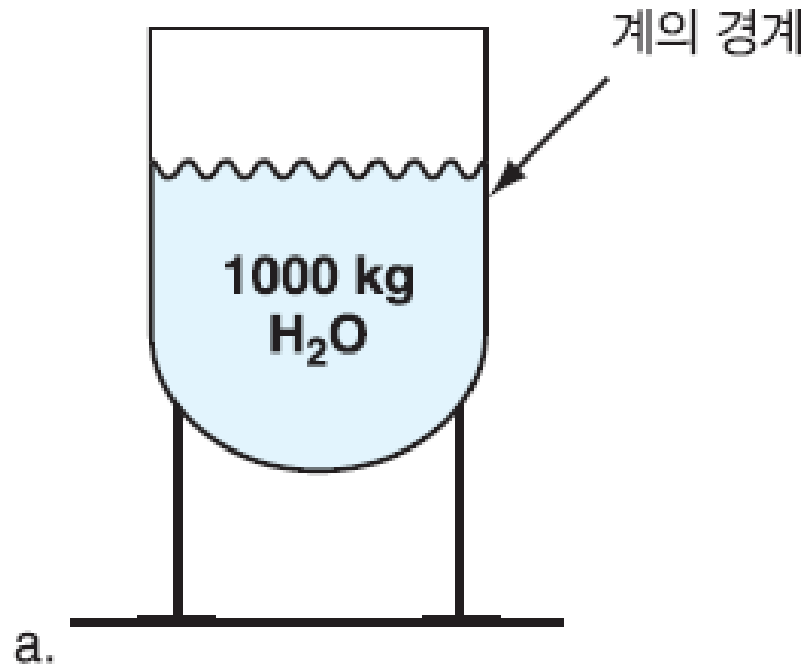
기준은 무엇이 되어야 하는가? Δt 가 3시간인 것을 기준으로 한다. 이 문제에 식 (3.2)를 적용한다.

$$S_T(t_2) - S_T(t_1) = \dot{F}_1 \Delta t + \dot{F}_2 \Delta t - \dot{P} \Delta t$$

$$6000 \text{ kg} = (10,000 \text{ kg/h})(3 \text{ h}) + \dot{F}_2(3 \text{ h}) - (12,000 \text{ kg/h})(3 \text{ h})$$

식의 양변을 3으로 나누면 $\dot{F}_2 = 4,000 \text{ kg/h}$ 가 나온다. 3시간 동안 계에 들어오는 물의 양인 F_2 는 시간 간격과 유속을 곱한 값과 같다.

폐쇄계
물질이 계에 출입하지 않음



개방계(흐름계)
물질이 계에 출입함

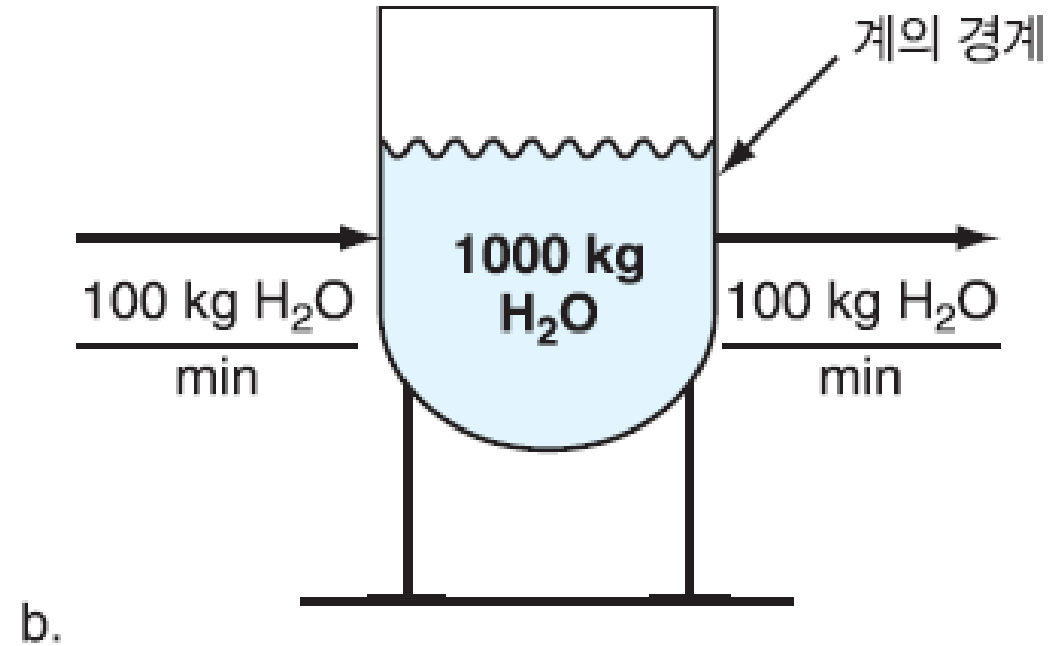


그림 3.1

(a) 폐쇄계, (b) 개방계

[정상상태의 계]

들어온 양 + 축적된 양 = 나간 양

축적된 양 = 나간 양 - 들어온 양

$0 = \text{나간 양} - \text{들어온 양}$

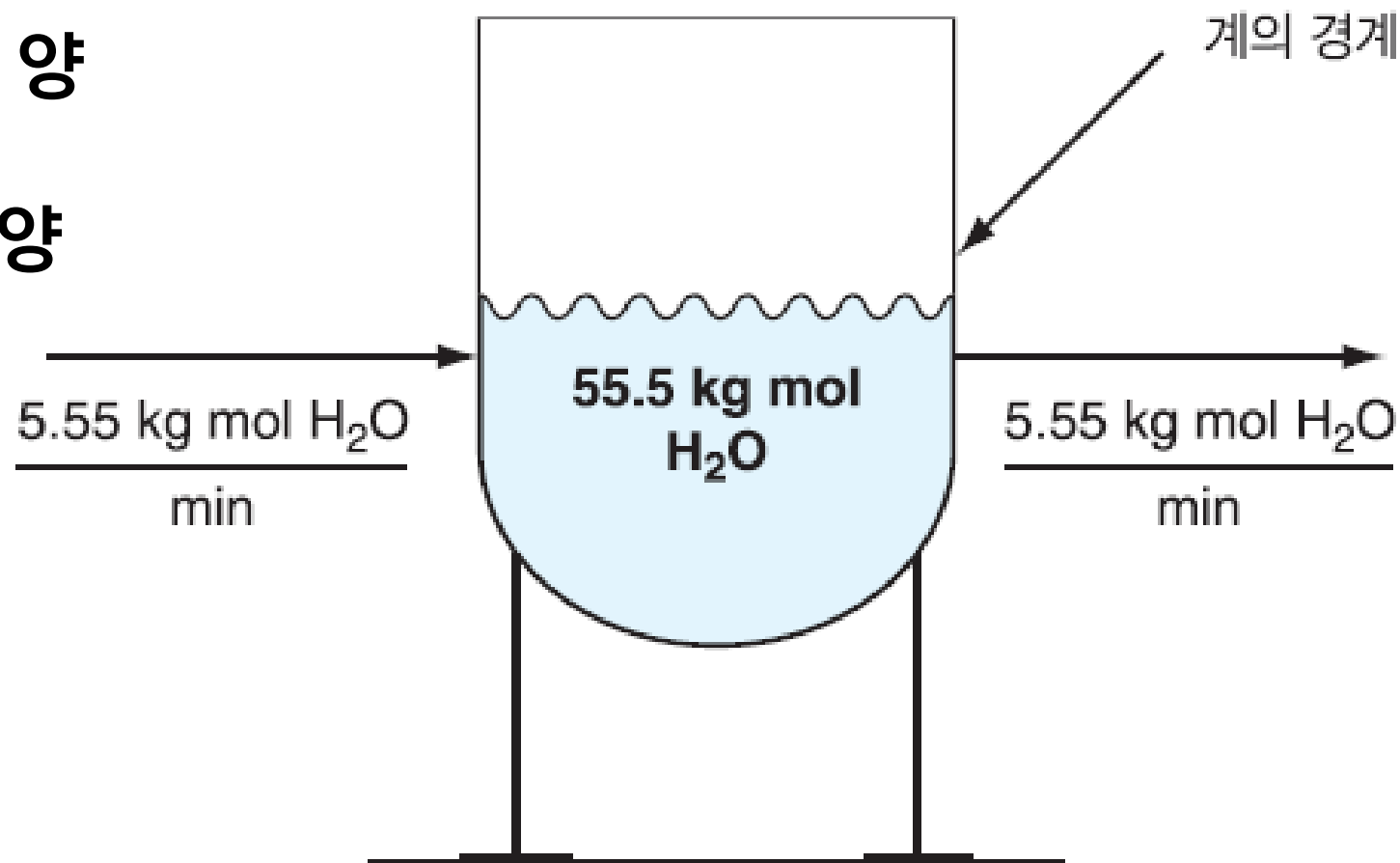


그림 3.2

▶ 질량보다 몰수를 포함하는 물질유량

[비정상상태의 계]

들어온 양 + 축적된 양 = 나간 양 // 축적된 양 = 나간 양 - 들어온 양

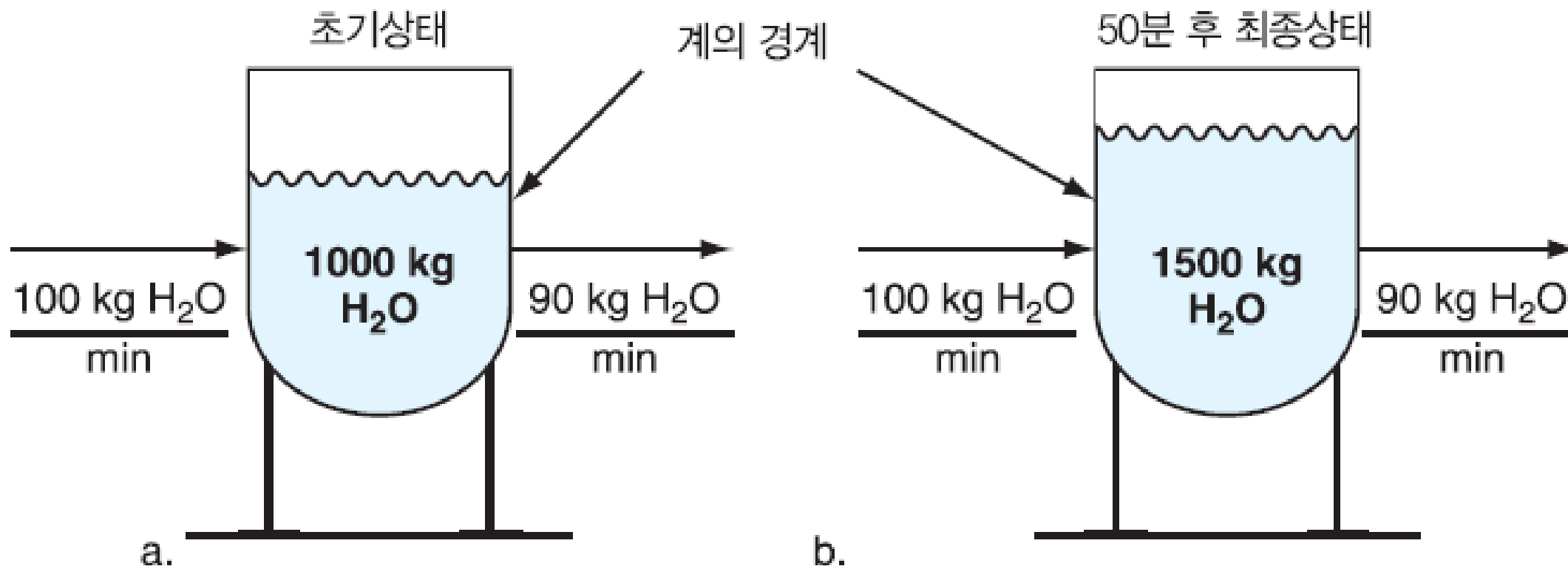


그림 3.3

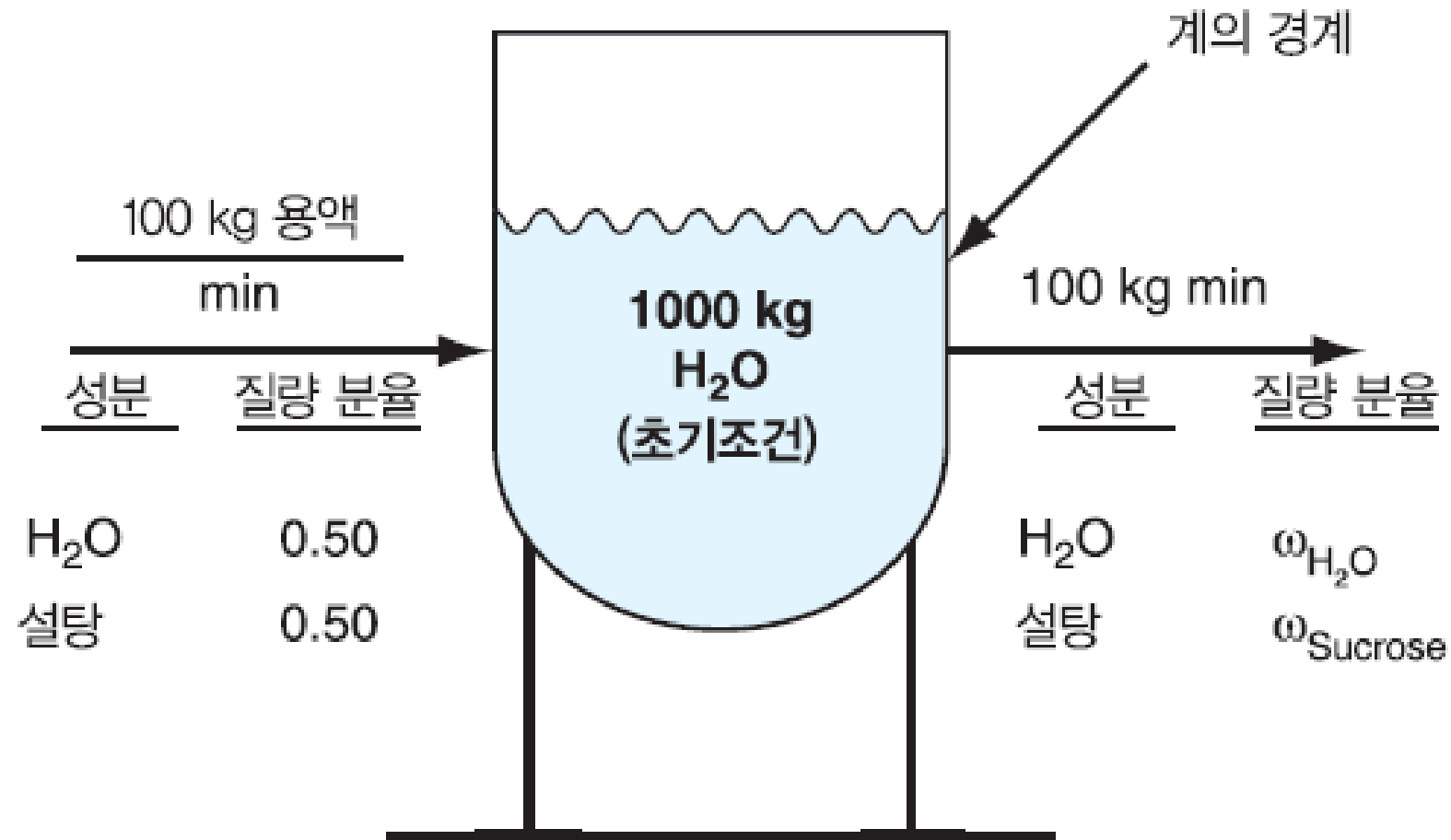


그림 3.4

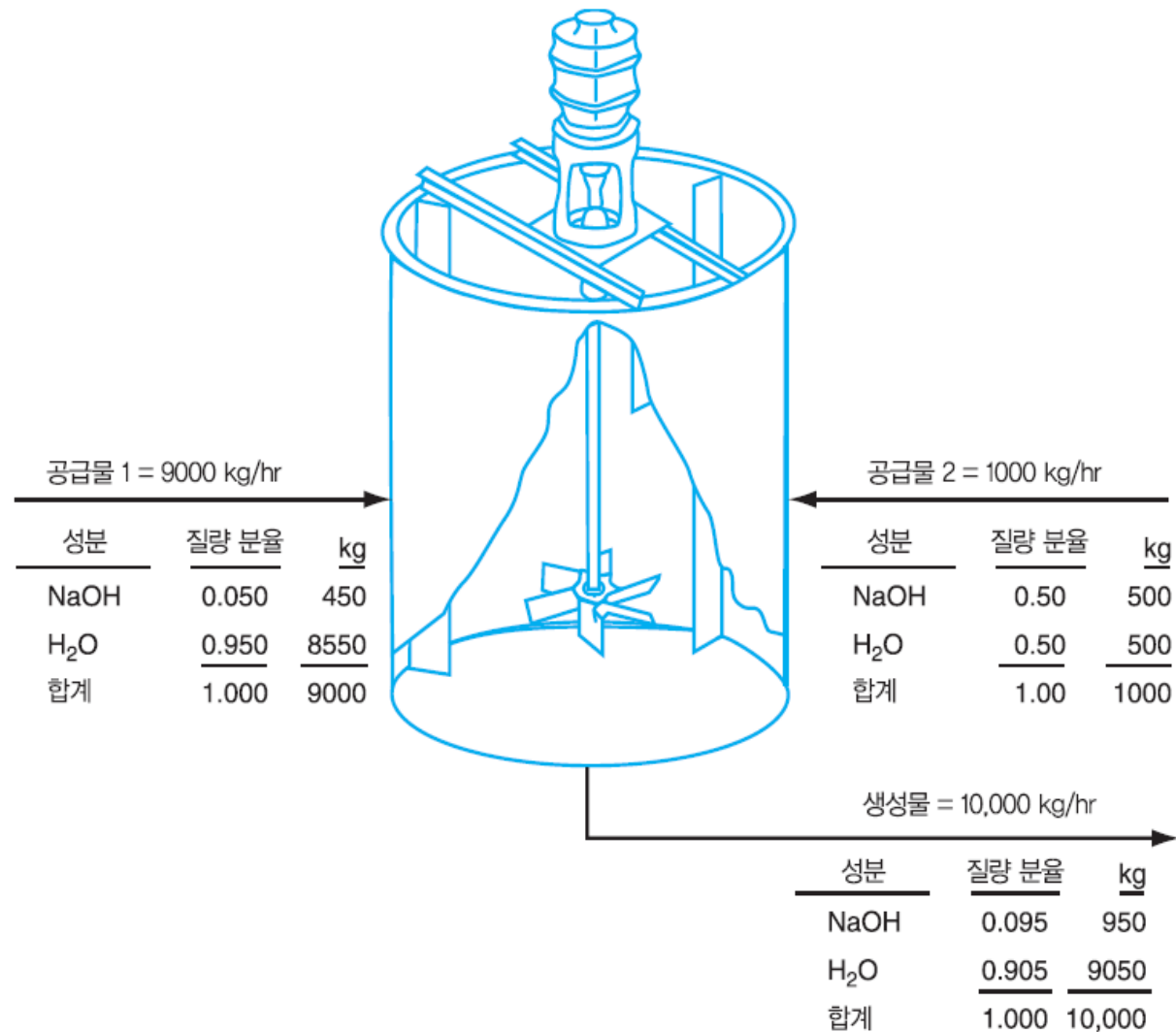


그림 3.5 ▶ NaOH의 묽은 수용액과 진한 수용액의 혼합. 흐름을 나타내는 화살표 밑의 수치는 1시간을 기준으로 한 값이다.

$$\text{유입} - \text{유출} = 0 \quad \text{또는} \quad \text{유입} = \text{유출}$$

NaOH와 H₂O에 대한 물질수지와 총질량은 다음과 같다.

수지	유입				유출		
	F ₁	+	F ₂	-	(생성물)	=	축적
NaOH	450	+	500	-	950	=	
H ₂ O	8550	+	500	-	9050	=	0
합계	9000	+	1000	-	10,000	=	

그다음은 그림 3.5의 물수에 대한 식 (3.3)의 적용이다. 그림 3.5의 kg을 각 화합물의 몰로 나눈 kg mol로 바꾸었다(NaOH = 40, H₂O = 18).

	F ₁	F ₂	생성물
NaOH	$\frac{450}{40} = 11.25$	$\frac{500}{40} = 12.50$	$\frac{950}{40} = 23.75$
H ₂ O	$\frac{8550}{18} = 475$	$\frac{500}{18} = 27.78$	$\frac{9050}{18} = 502.78$

구성요소와 kg mol로 나타낸 총수지는 다음과 같다.

수지	유입				유출		
	F ₁	+	F ₂	-	(생성물)	=	축적
NaOH	11.25	+	12.50	-	23.75	=	
H ₂ O	475	+	27.78	-	502.78	=	
합계	486.25	+	40.28	-	526.53	=	

다음은 2개의 구성요소로 이루어진 계의 물질수지 문제의 몇 가지 예시이다. 문제를 풀기 위해 식 (3.2)를 적용할 것이다.

이번 주 1차시 수업은
여기서 마치도록 하겠습니다...
수고 많으셨습니다...^^

감사합니다
