



2020 학년도 2 학기

화학공업과

**화공양론**

담당교수 : 김경호

제 3 주차 1차시



**DIT** 동의과학대학교  
DONG-EUI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

# [수업 목표]

1. 물과 분자량에 대해 학습해 봅시다.
2. 밀도와 비중, 그리고 농도에 대해 학습해 봅시다.

## 예제 2.9

## 분자량, 질량, 몰의 관계

양동이에 NaOH 2.00 lb가 들어 있다.

- 몰(lb mol)은 얼마인가?
- 몰(g mol)은 얼마인가?

## &gt;풀이

질량으로부터 lb mol 단위의 몰을 구한 다음 SI 단위(g mol)의 몰로 환산한다. NaOH의 분자량은 직접 찾거나 원자량으로부터 구하면 40.0이다. 여기서 분자량은 계산에서의 전환계수로 사용되었다.

$$\text{a. } \frac{2.00 \text{ lb NaOH}}{1} \left| \frac{1 \text{ lb mol NaOH}}{40.0 \text{ lb NaOH}} \right| = 0.050 \text{ lb mol NaOH}$$

$$\text{b1. } \frac{2.00 \text{ lb NaOH}}{1} \left| \frac{1 \text{ lb mol NaOH}}{40.0 \text{ lb NaOH}} \right| \left| \frac{454 \text{ g mol}}{1 \text{ lb mol}} \right| = 22.7 \text{ g mol}$$

답을 검산해 보면 먼저 NaOH 2.00 lb를 SI 단위로 환산한 뒤 g mol로 환산해서 계산한다.

$$\text{b2. } \frac{2.00 \text{ lb NaOH}}{1} \left| \frac{454 \text{ g}}{1 \text{ lb}} \right| \left| \frac{1 \text{ g mol NaOH}}{40.0 \text{ g NaOH}} \right| = 22.7 \text{ g mol}$$

## 예제 2.10

## 분자량, 질량, 몰의 관계

NaOH 7.50 g mol의 질량(lb)을 구하라.

## &gt; 풀이

몰(g mol)을 질량(lb)으로 바꾸는 문제이다. NaOH의 분자량은 40.0이다.

$$\frac{7.50 \text{ g mol NaOH}}{454 \text{ g mol}} \left| \frac{1 \text{ lb mol}}{454 \text{ g mol}} \right| \frac{40.0 \text{ lb NaOH}}{1 \text{ lb mol NaOH}} = 0.661 \text{ lb NaOH}$$

SI 단위계의 g mol 단위 값을 AE 단위계의 lb mol 단위 값으로 환산한 다음 분자량을 곱하면 lb 단위의 질량을 구할 수 있다. NaOH 7.50 g mol의 몰을 g 단위의 질량으로 바꾼 다음 환산계수 (454 g = 1 lb)를 사용하여 환산해도 될까? 물론이다.

## 예제 2.11

## 공기의 평균분자량

공기의 성분이  $O_2$  21%,  $N_2$  79%라 할 때 공기의 평균분자량을 계산하라.

## &gt; 풀이

공기의 조성이 mol%에 해당되기 때문에 1 g mol을 기준으로 한다. 실제로  $N_2$ 의 분자량은 28.0이 아닌 28.2인데, 이것은 79%  $N_2$ 의 실제 조성이 78.084%  $N_2$ 와 0.934% Ar로 이루어졌기 때문이다.  $O_2$ 의 질량과  $N_2$ 의 질량은

계산 기준: 공기 1 g mol

$$O_2 \text{의 질량} = \frac{1 \text{ g mol air}}{\quad} \left| \frac{0.21 \text{ g mol } O_2}{\text{g mol air}} \right| \left| \frac{32.00 \text{ g } O_2}{\text{g mol } O_2} \right| = 6.72 \text{ g } O_2$$

$$N_2 \text{의 질량} = \frac{1 \text{ g mol air}}{\quad} \left| \frac{0.79 \text{ g mol } N_2}{\text{g mol air}} \right| \left| \frac{28.2 \text{ g } N_2}{\text{g mol } N_2} \right| = 22.28 \text{ g } N_2$$

$$\text{합계} \qquad \qquad \qquad = 29.0 \text{ g air}$$

따라서 공기 1 g mol의 총질량은 29.0 g이며, 이를 공기의 평균분자량이라 한다(계산 기준을 공기 1 g mol로 했기 때문에 계산된 총질량으로부터 공기의 평균분자량이 29.0임을 알 수 있다).

## 예제 2.12

## 평균분자량 계산

초전도성은 100여 년 전에 발견되었지만 과학자나 기술자는 이를 에너지 사용 개선에 활용하는 방법을 알지 못했다. 최근까지만 해도 경제적 응용이 불가능했는데, 여기에 쓰이는 니오브 (niobium) 합금을 액체 He으로 23 K까지 냉각해야 했기 때문이다. 그러나 1987년 Y-Ba-Cu-O 물질의 초전도성을 90 K에서 얻을 수 있었는데, 이 온도까지는 덜 비싼 액체  $N_2$ 로 냉각할 수 있다.

그림 E2.12의 셀(cell)에 나타난 초전도 물질의 분자량을 구하라(그림은 거대분자의 한 셀을 나타낸 것이다).

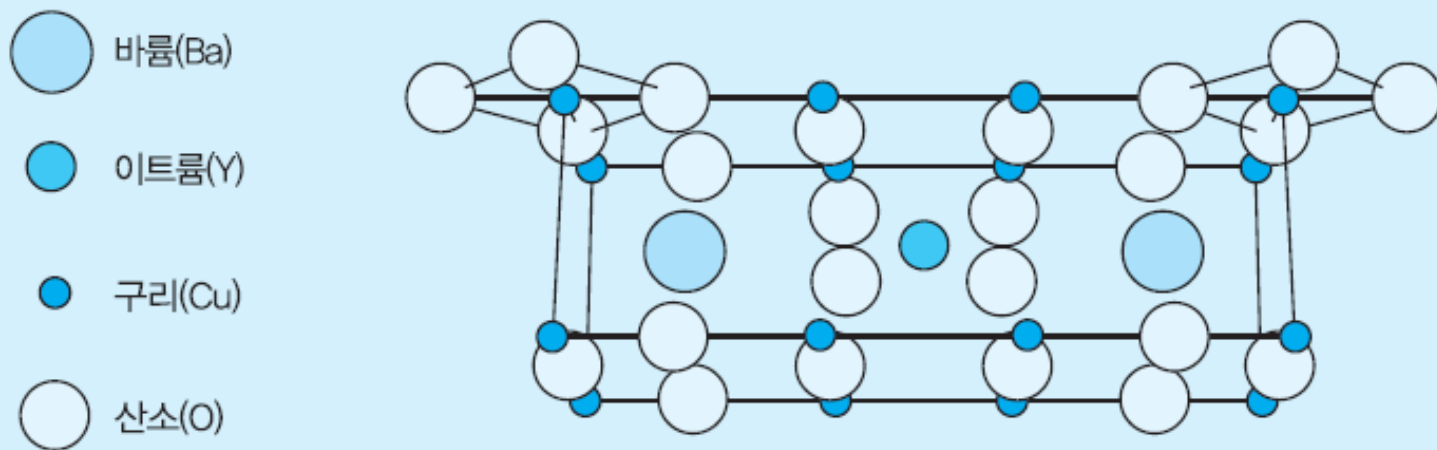


그림 E2.12

### > 풀이

그림을 보고 각 원소의 원자수를 센다. 부록 B의 표에서 각 원소의 원자량을 찾는다. 한 셀이 한 분자라고 가정한다. 한 셀의 분자량을 다음과 같이 계산한다.

원소	원자수	원자량	질량(g)
Ba	2	137.34	2(137.34)
Cu	16	63.546	16(63.546)
O	37	16.00	37(16.00)
Y	1	88.905	1(88.905)
		합계	<u>1972.3</u>

한 셀의 분자량은 1972.3 g/mol이다. 마지막으로 답을 검산해 보라.

### 예제 2.13

### 질량 분율과 몰분율 환산

물 5.00 kg과 NaOH 5.00 kg으로 된 공업용 세척제가 있다. 각 성분의 질량 분율과 몰분율을 구하라.

#### > 풀이

질량의 값을 알고 있으므로 질량 분율을 쉽게 구할 수 있다. 이러한 값으로부터 몰분율을 구할 때 다음과 같이 표를 만들어 계산하면 편리하다. 질량 분율과 몰분율을 상호 변환하는 문제는 자주 만나게 될 것이므로 잘 익히기 바란다. 표의 열에 성분, 질량, 분자량을 각각 나타냈다.

계산 기준: 용액 10.0 kg

성분	kg	질량 분율	Mol. Wt.	kg mol	몰분율
H <sub>2</sub> O	5.00	$\frac{5.00}{10.0} = 0.500$	18.0	0.278	$\frac{0.278}{0.403} = 0.69$
NaOH	5.00	$\frac{5.00}{10.00} = 0.500$	40.0	0.125	$\frac{0.125}{0.403} = 0.31$
합계	10.00	1.000		0.403	1.00



## 예제 2.14

## 계산 기준 선택

지금 알칸의 탈수반응에서 산화세륨( $\text{CeO}$ )을 촉매로 사용한다. 이 촉매에서 Ce과 O의 질량 분율과 몰분율을 구하라.

### > 풀이

먼저 계산 기준을 선택한다. 물질의 양을 모르므로 ‘무엇을 알고 있는가?’라는 첫 번째 질문은 계산 기준 선택에 도움이 되지 않는다. ‘구할 답이 무엇인가?’라는 두 번째 질문도 마찬가지이다. 따라서 ‘가장 편리한 계산 기준은 무엇인가?’라는 질문에 답하면 최선의 계산 기준을 선택할 수 있다. 분자식을 보면  $\text{CeO}$ 는 Ce 1 mol과 O 1 mol이 결합되어 있다. 따라서 1 kg mol(또는 1 kg mol, 1 lb mol)을 계산 기준으로 선택한다. 이어서 부록 B에서 Ce과 O의 원자량을 찾아  $\text{CeO}$  중의 Ce과 O의 질량 분율과 몰분율을 다음 표와 같이 계산한다.

계산 기준:  $\text{CeO}$  1 kg mol

성분	몰(kg mol)	몰분율	분자량	질량(kg)	질량 분율
Ce	1	0.50	140.12	140.12	0.8975
O	1	0.50	16.0	16.0	0.1025
합계	2	1.00	156.12	156.12	1.0000

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

# 감사합니다

---