

Section 15.4

Solution Composition: Molarity



연습

125.0 mL 용액에 설탕이 1.00몰이 들어있다.
몰농도(molarity) 단위로 계산하라.

8.00 M

$$1.00 \text{ mol} / (125.0 / 1000) = 8.00 \text{ M}$$

Section 15.4

Solution Composition: Molarity



연습

500.0-g 인산 포타슘 (K_3PO_4)을 1.50 L 용액을 만들기 위하여 충분한 물에 녹였다. 이 용액의 몰농도는 얼마인가?

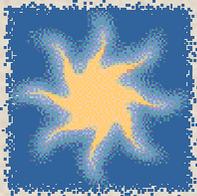
1.57 M

500.0 g은 2.355 mol K_3PO_4 ($500.0 \text{ g} / 212.27 \text{ g/mol}$)과 같다. 그래서 몰농도는 1.57 M ($2.355 \text{ mol}/1.50 \text{ L}$).

[Return to TOC](#)

Section 15.4

Solution Composition: Molarity



연습

10.0 M 설탕 용액이 있다. 설탕 2.00몰을 얻기
위해서는 이 용액을 부피로 얼마가 있어야 하나?

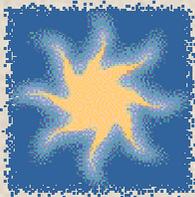
0.200 L

$$2.00 \text{ mol} / 10.0 \text{ M} = 0.200 \text{ L}$$

[Return to TOC](#)

Section 15.4

Solution Composition: Molarity



연습

100.0 g의 용질이 NaOH 용액과 KCl 용액 250.0 mL에 녹아있다면, 몰농도 단위로 각 용액의 농도를 계산하라.

10.0 M NaOH

$$[100.0 \text{ g NaOH} / 39.998 \text{ g/mol}] / [250.0 / 1000] = 10.0 \text{ M NaOH}$$

5.37 M KCl

$$[100.0 \text{ g KCl} / 74.55 \text{ g/mol}] / [250.0 / 1000] = 5.37 \text{ M KCl}$$

Dilution

15.5 묽힘

학습목표 : 모액(stock solution)을 묽혀서 만든 용액의
농도를 구한다

모액을 묽힘을 통해서 원하는 농도의 용액의
농도 및 부피 계산

Dilution

- 특정한 용액에 원하는 몰농도를 가진 용액을 만들기 위하여 물을 첨가 한다.
- 물로 묽히는 것은 존재하는 용질의 몰수를 변화시키는 것은 아니다.
- 묽힘 전의 용질의 몰수 = 묽힘 후의 용질의 몰수

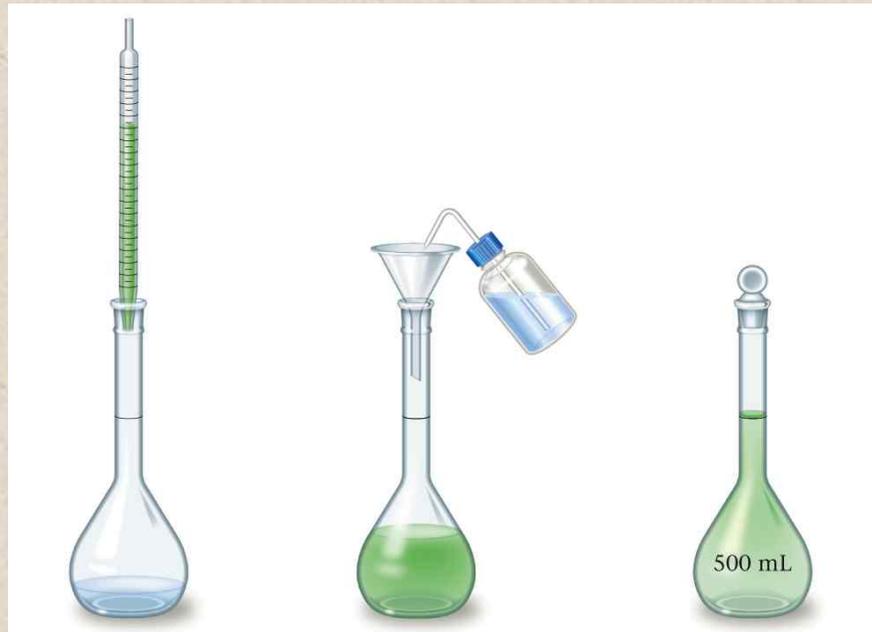
$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

Section 15.5

Dilution

용액의 묽힘

- 초기 용액을 물이 약간 담긴 플라스크로 옮긴다.
- 표시까지 물을 첨가하고 플라스크를 거꾸로 흔들어서 혼합한다.



[Return to TOC](#)

예제 15.8

물인 용액의 농도 계산

0.10 M 황산(H_2SO_4) 용액 1.5 L를 만드는 데에 필요한 16 M 황산의 부피를 구하시오.

풀이

풀이 방향

물인 용액을 만드는 데에 필요한 황산 모액의 부피를 구하고자 한다.

[Return to TOC](#)

풀이

풀이 방향

물은 용액을 만드는 데에 필요한 황산 모액의 부피를 구하고자 한다.

주어진 자료

초기 상태(진한 모액)	최종 상태(물은 용액)
$M_1 = 16 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$M_2 = 0.10 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$
$V_1 = ?$	$V_2 = 1.5 \text{ L}$

$$\text{용질의 몰수} = M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

풀이 과정

다음 식을 V_1 에 대해 푼다.

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

양변을 M_1 으로 나누면

$$\frac{M_1 \times V_1}{M_1} = \frac{M_2 \times V_2}{M_1}$$

이므로 V_1 은 다음과 같다.

$$V_1 = \frac{M_2 \times V_2}{M_1}$$

이제 위의 식에 알고 있는 M_1, M_2, V_2 를 대입한다.

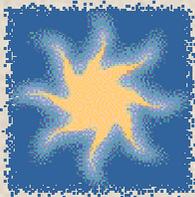
$$V_1 = \frac{\left(0.10 \frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)(1.5 \text{ L})}{16 \frac{\text{mol}}{\text{L}}} = 9.4 \times 10^{-3} \text{ L}$$

$$9.4 \times 10^{-3} \text{ L} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 9.4 \text{ mL}$$

이처럼 $V_1 = 9.4 \times 10^{-3} \text{ L} = 9.4 \text{ mL}$ 이므로 16 M 황산을 이용하여 0.10 M 황산 용액 1.5 L 만들려면 진한 모액 9.4 mL를 물로 묽혀서 최종 부피를 1.5 L로 하면 된다. 이를 위한 올바른 방법은 먼저 1 L 정도의 물에 진한 모액 9.4 mL를 넣은 다음 물을 더 채워 1.5 L가 되게 하는 것이다.

Section 15.5

Dilution



연습

0.800 M 수산화 소듐 (NaOH) 용액 150.0 mL를 만들기 위해서 2.00 M NaOH 용액의 필요한 최소 부피는 얼마일까?

60.0 mL

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$(2.00 \text{ M})(V_1) = (0.800 \text{ M})(150.0 \text{ mL})$$

Section 15.5

Dilution

15.6 용액 반응의 화학양론

학습목표: 용액 반응의 화학양론 문제를 푸는 방법을
이해한다

Dilution

용액상에서의 화학양론적 문제를 풀기 위한 순서

1. 평형 반응식을 쓴다.
이온 반응일 경우에는 알짜 이온 반응식을 쓴다.
2. 반응물의 몰수를 계산 한다.
3. 한계 반응물을 결정 한다.
4. 필요하다면 다른 반응물이나 생성물의 몰수를 계산 한다.
5. 필요에 따라 그램 혹은 다른 단위로 환산 한다.

예제 15.9

용액 화학양론: 반응물과 생성물의 질량 계산

0.100 M AgNO_3 용액 1.50 L에 들어 있는 모든 Ag^+ 이온을 AgCl 의 형태로 침전시키기 위해 가해주어야 할 고체 NaCl 의 질량을 계산하시오.

풀이

풀이 방향

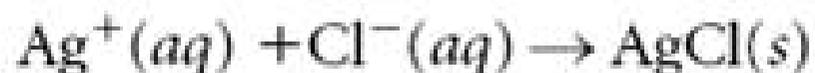
NaCl 의 질량을 계산하고자 한다.

주어진 자료

- 0.100 M AgNO_3 용액 1.50 L가 주어져 있다.

필요한 자료

- AgNO_3 과 NaCl 사이의 균형 맞춘 반응식이 필요하다.
- NaCl 의 몰 질량이 필요하다.

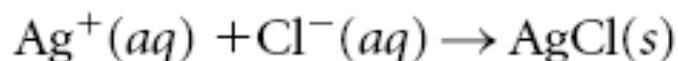


[Return to TOC](#)

풀이 과정

1 단계 균형 맞춘 반응식을 쓴다.

AgNO_3 용액에는 Ag^+ 과 NO_3^- 이온이 들어 있는데 여기에 고체 NaCl 을 넣으면 녹아서 Na^+ 와 Cl^- 이온이 된다. 고체 AgCl 은 계수가 맞춰진 아래의 알짜 이온 반응식에 따라 생성된다.



2 단계 반응물의 몰수를 계산한다.

Ag^+ 을 모두 침전시키기에 충분한 Cl^- 이온을 가해주어야 하므로 먼저 0.100 M AgNO_3 용액 1.50 L 에 들어 있는 Ag^+ 이온의 몰수를 계산해야 한다(0.100 M AgNO_3 용액에는 Ag^+ 이온 0.100 M 과 NO_3^- 이온 0.100 M 이 들어 있다).

$$1.50\cancel{\text{ L}} \times \frac{0.100\text{ mol Ag}^+}{\cancel{\text{ L}}} = 0.150\text{ mol Ag}^+$$

0.100 M AgNO_3 용액 1.50 L 에
들어 있는 Ag^+ 의 몰수

3 단계 한계 반응물을 결정한다.

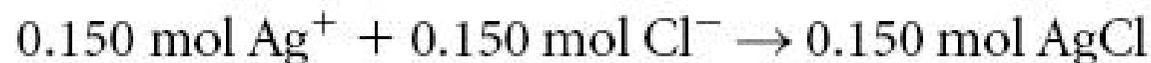
이 문제에서는 존재하는 Ag^+ 와 반응할 Cl^- 를 충분히 가해주어야 한다. 즉, 용액에 들어 있는 모든 Ag^+ 를 침전시켜야 한다. 따라서 필요한 Cl^- 의 양은 Ag^+ 의 양에 좌우되므로 Ag^+ 가 한계 반응물이다.

4 단계 필요한 Cl^- 의 양을 계산한다.

Ag^+ 는 0.150 mol이 있고 Ag^+ 와 Cl^- 은 1 : 1로 반응하므로 0.150 mol의 Cl^- 가 필요하다.

$$0.150 \cancel{\text{mol Ag}^+} \times \frac{1 \text{ mol Cl}^-}{1 \cancel{\text{mol Ag}^+}} = 0.150 \text{ mol Cl}^-$$

따라서 아래와 같이 0.150 mol의 AgCl 이 생성된다.



5 단계 필요한 NaCl 의 질량으로 변환.

Cl^- 0.150 mol을 만들기 위해서는 NaCl 0.150 mol이 필요하다. 필요한 NaCl 의 질량은 아래와 같이 계산할 수 있다:

$$0.150 \text{ mol } \cancel{\text{NaCl}} \times \frac{58.4 \text{ g NaCl}}{\cancel{\text{mol NaCl}}} = 8.76 \text{ g NaCl}$$

몰수



몰 질량을 곱하면

질량

AgCl 의 질량은

$$0.150 \text{ mol } \cancel{\text{AgCl}} \times \frac{143.3 \text{ g AgCl}}{\cancel{\text{mol AgCl}}} = 21.5 \text{ g AgCl}$$

이 된다. ■

예제 15.10

용액 화학량론: 한계 반응물의 결정과 생성물의 질량 계산

수용액 상에서 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 와 K_2CrO_4 가 반응하면 노란색 고체 BaCrO_4 가 생성된다. $3.50 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 의 고체 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 가 0.0100 M K_2CrO_4 용액 265 mL에 녹은 경우, 생성되는 BaCrO_4 의 질량을 계산하시오

풀이

풀이 방향

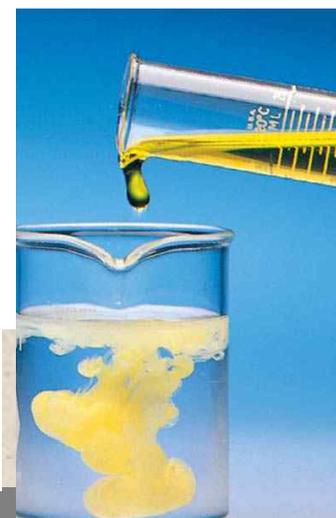
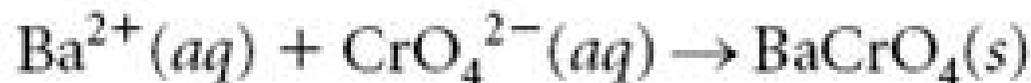
용액의 알려진 양의 반응에서 생성되는 BaCrO_4 의 질량을 계산해야 한다.

주어진 자료

- $3.50 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 의 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 가 0.0100 M K_2CrO_4 265 mL와 반응한다.

필요한 자료

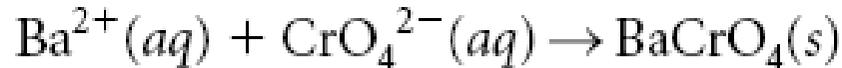
- $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 와 K_2CrO_4 사이의 균형 맞춘 반응식 필요.
- BaCrO_4 의 몰 질량 필요.



[Return to TOC](#)

풀이 과정

1 단계 처음 K_2CrO_4 용액에는 K^+ 이온과 CrO_4^{2-} 이온이 존재한다. 이 용액에 $Ba(NO_3)_2$ 가 용해되면, Ba^{2+} 이온과 NO_3^- 이온이 첨가되는 것이다. 이들 Ba^{2+} 이온과 CrO_4^{2-} 이온이 반응하여 고체 $BaCrO_4$ 가 만들어진다. 균형 맞추어진 알짜 이온 반응식은



2 단계 다음으로는 반응물의 몰수를 결정해야 한다. K_2CrO_4 용액에 3.50×10^{-3} mol $Ba(NO_3)_2$ 가 가해졌음을 알고 있다. $Ba(NO_3)_2$ 각각의 화학식 단위 당 하나의 Ba^{2+} 를 포함하고 있으므로, 3.50×10^{-3} mol $Ba(NO_3)_2$ 에는 3.50×10^{-3} mol Ba^{2+} 이 존재한다.

$$3.50 \times 10^{-3} \text{ mol } Ba(NO_3)_2$$



$$3.50 \times 10^{-3} \text{ mol } Ba^{2+}$$

$V \times M =$ 용질의 몰수이므로, 실제 용액의 부피와 몰수로부터 K_2CrO_4 용액의 몰수를 계산할 수 있다. 우선 용액의 부피(265 mL)를 리터로 변환시켜야 한다.

$$265 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 0.265 \text{ L}$$

다음으로 K_2CrO_4 용액($0.0100 M$) 몰농도를 이용하여 K_2CrO_4 의 몰수를 구한다.

$$0.265 \cancel{L} \times \frac{0.0100 \text{ mol } K_2CrO_4}{\cancel{L}} = 2.65 \times 10^{-3} \text{ mol } K_2CrO_4$$

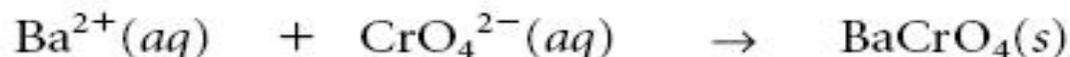
2.65×10^{-3}
mol K_2CrO_4

→
해리되면

2.65×10^{-3}
mol CrO_4^{2-}

이므로 용액 내에는 $2.65 \times 10^{-3} \text{ mol } CrO_4^{2-}$ 이온이 존재한다.

3 단계 균형 맞춘 반응식으로부터 하나의 Ba^{2+} 이온은 하나의 CrO_4^{2-} 이온과 반응한다는 것을 알 수 있다. CrO_4^{2-} 의 몰수가 2.65×10^{-3} 으로 Ba^{2+} 의 몰수 3.50×10^{-3} 보다 작기 때문에, CrO_4^{2-} 가 모두 반응한다.



3.50×10^{-3}
mol

2.65×10^{-3}
mol

모두 반응

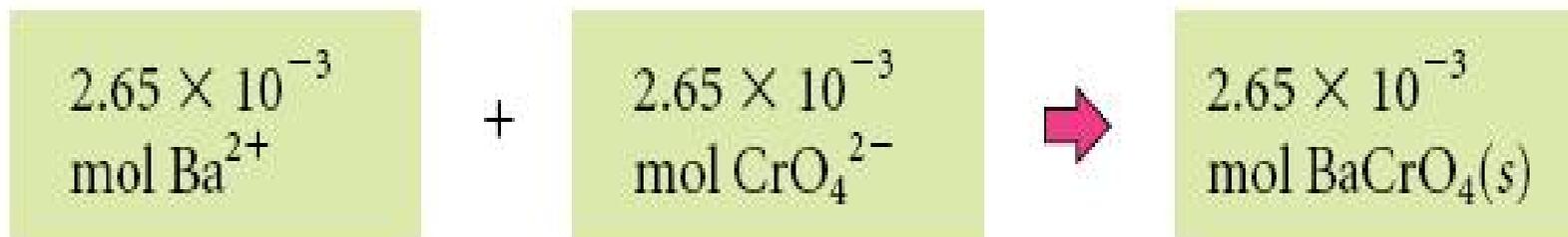
그러므로, CrO_4^{2-} 가 한계 반응물이다.

CrO_4^{2-} 의
몰수

→
제한

$BaCrO_4$ 의
몰수

4 단계 CrO_4^{2-} 이온은 $2.65 \times 10^{-3} \text{ mol}$ Ba^{2+} 이온 $2.65 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 과 반응하여 $2.65 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 의 BaCrO_4 를 생성한다.



5 단계 생성된 BaCrO_4 의 질량은 몰 질량 (253.3 g)으로부터 구한다.

$$2.65 \times 10^{-3} \text{ mol BaCrO}_4 \times \frac{253.3 \text{ g BaCrO}_4}{\text{mol BaCrO}_4} = 0.671 \text{ g BaCrO}_4$$

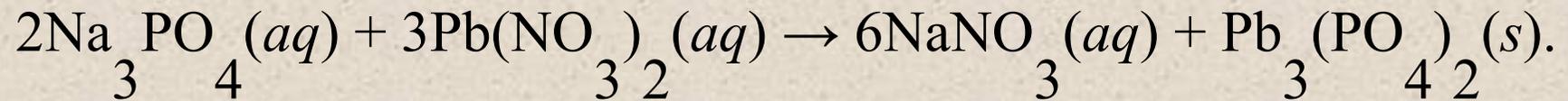
Section 15.5

Dilution



개념 점검(I)

0.30 M 인산 소듐 용액 10.0 mL가 20.0 mL
0.20 M 질산 납(II)용액과 반응 할 때 (부피
변화는 없다고 가정 한다).

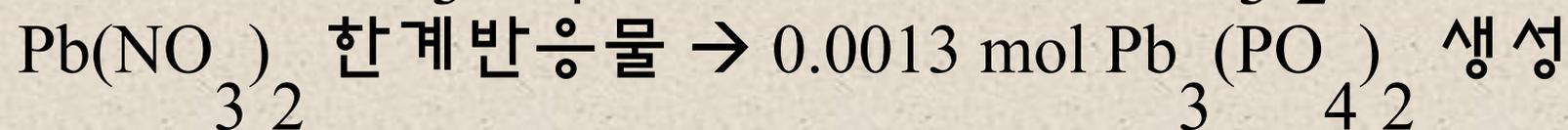
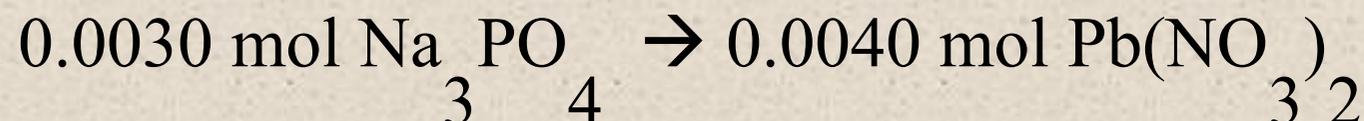
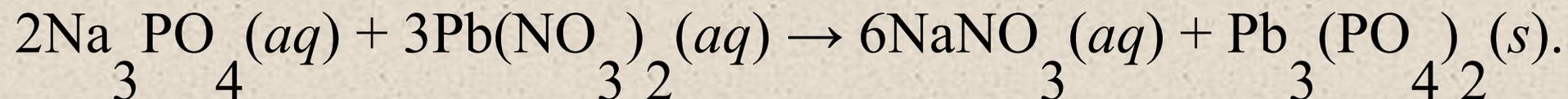


- 침전은 얼마나 생기는가?

1.1 g $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$

Section 15.5

Dilution



$$0.0013 \text{ mol} \times \text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2 \text{ 811.54 g/mol} = 1.1 \text{ g of Pb}_3(\text{PO}_4)_2$$