

5.3 분석 결과의 표시법 - 매우 많은 방법이 있다

mg or mL 등등

고체시료 : 무게가 기준

퍼센트(%) - 10^2 을 곱함

천분율(parts per thousand, ppt) - 10^3

백만분율(parts per million, ppm) - 10^6

10억분율(parts per billion, ppb) - 10^9

$$\% \text{ (wt/wt)} = \left[\frac{\text{용질의 무게 (g)}}{\text{시료의 무게 (g)}} \right] \times 10^2 \text{ (\%/용질 g/시료 g)}$$

$$\text{ppt(wt/wt)} = \left[\frac{\text{용질의 무게 (g)}}{\text{시료의 무게 (g)}} \right] \times 10^3 \text{ (ppt/용질 g/시료 g)}$$

$$\text{ppm(wt/wt)} = \left[\frac{\text{용질의 무게 (g)}}{\text{시료의 무게 (g)}} \right] \times 10^6 \text{ (ppm/용질 g/시료 g)}$$

$$\text{ppb(wt/wt)} = \left[\frac{\text{용질의 무게 (g)}}{\text{시료의 무게 (g)}} \right] \times 10^9 \text{ (ppb/용질 g/시료 g)}$$

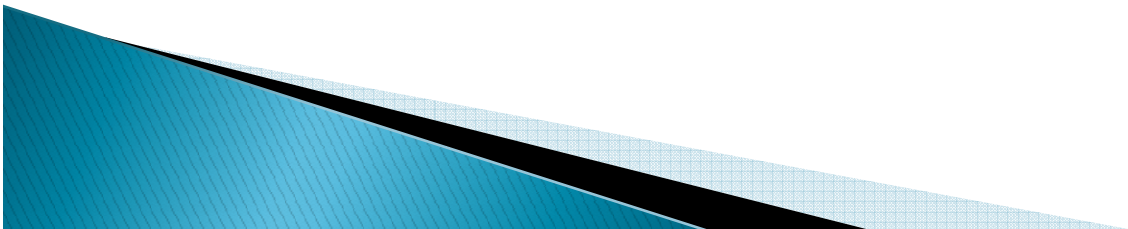
액체 시료 : 무게/무게 (wt/wt), 무게/부피 (wt/vol), 부피/부피 (vol/vol)

$$\%(\text{wt/vol}) = \left[\frac{\text{용질의 무게 (g)}}{\text{시료의 부피 (mL)}} \right] \times 10^2 \text{ (\%/g 용질/mL 시료)}$$

$$\text{ppm (wt/vol)} = \left[\frac{\text{용질의 무게 (g)}}{\text{시료의 부피 (mL)}} \right] \times 10^6 \text{ (ppm/g 용질/mL 시료)}$$

$$\text{ppb (wt/vol)} = \left[\frac{\text{용질의 무게 (g)}}{\text{시료의 부피 (mL)}} \right] \times 10^9 \text{ (ppb/g 용질/mL 시료)}$$

$$\text{ppt (wt/vol)} = \left[\frac{\text{용질의 무게 (g)}}{\text{시료의 부피 (mL)}} \right] \times 10^{12} \text{ (ppt/g 용질/mL 시료)}$$



미량 농도를 나타내는 일반적인 단위

| 단위 | 기호 | 무게/무게 | 무게/부피 | 부피/부피 |
|---|-----|------------------|------------------|--------------------|
| 백만분율 (1 ppm = $10^{-4}\%$) | ppm | mg/kg | mg/L | $\mu\text{L/L}$ |
| | | $\mu\text{g/g}$ | $\mu\text{g/mL}$ | nL/mL |
| 10억분율 (1 ppb = $10^{-7}\%$ = 10^{-3} ppm) | ppb | $\mu\text{g/kg}$ | $\mu\text{g/L}$ | nL/L |
| | | ng/g | ng/mL | pL/mL ^a |
| 밀리그램 퍼센트 | mg% | mg/100 g | mg/100 mL | |

^apL = 피코리터 = 10^{-12} L.

농도

Y = 요타 = 10^{24}

Z = 제타 = 10^{21}

E = 엑사 = 10^{18}

P = 페타 = 10^{15}

T = 테라 = 10^{12}

G = 기가 = 10^9

M = 메가 = 10^6

⇒ K = 킬로 = 10^3

⇒ d = 데시 = 10^{-1}

⇒ c = 센티 = 10^{-2}

⇒ m = 밀리 = 10^{-3}

⇒ μ = 마이크로 = 10^{-6}

⇒ n = 나노 = 10^{-9}

p = 피코 = 10^{-12}

f = 펨토 = 10^{-15}

a = 아토 = 10^{-18}

z = 켄토 = 10^{-21}

y = 옥토 = 10^{-24}

예제 5.14

시료

용질

식물세포의 시료 2.6 g을 분석하여 3.6 μg 의 아연이 포함된 것을 알았다. 식물 중의 아연 농도는 몇 ppm인가? 또한 몇 ppb인가?

$\mu\text{g/g}$

ng/g

풀이

용질

시료

예제 5.14

식물세포의 시료 2.6 g을 분석하여 3.6 μg 의 아연이 포함된 것을 알았다. 식물 중의 아연 농도는 몇 ppm인가? 또한 몇 ppb인가?

풀이

$$\frac{3.6 \mu\text{g}}{2.6 \text{ g}} = 1.4 \mu\text{g/g} \equiv 1.4 \text{ ppm}$$

$$\frac{3.6 \times 10^3 \text{ ng}}{2.6 \text{ g}} = 1.4 \times 10^3 \text{ ng/g} \equiv 1400 \text{ ppb}$$

1 ppm은 1000 ppb와 같다. 1 ppb는 $10^{-7}\%$ 와 같다.

예제 5.15

25.0 μL 의 혈청 시료 중의 글루코스를 분석하여 26.7 μg 포함된 것을 알았다. 글루코스의 농도를 ppm과 mg/dL의 단위로 계산하시오.

풀이

풀이

$$25.0 \mu\text{L} \times \frac{1 \text{ mL}}{1000 \mu\text{L}} = 2.50 \times 10^{-2} \text{ mL}$$

$$26.7 \mu\text{g} \times \frac{1 \text{ g}}{10^6 \mu\text{g}} = 2.67 \times 10^{-5} \text{ g}$$

$$\text{ppm} = \frac{2.67 \times 10^{-5} \text{ g 글루코스}}{2.50 \times 10^{-2} \text{ mL 혈청}} \times 10^6 \mu\text{g/g} = 1.07 \times 10^3 \mu\text{g/mL}$$

또는

$$\text{ppm} = \frac{26.7 \mu\text{g 글루코스}}{0.0250 \text{ mL}} = 1.07 \times 10^3 \mu\text{g/mL}$$

$$\text{mg/dL} = \frac{26.7 \mu\text{g 글루코스} \times 10^{-3} \text{ mg}/\mu\text{g}}{0.025 \text{ mL 혈청} \times 10^{-2} \text{ dL/mL}} = 107 \text{ mg/dL}$$

[ppm (wt/vol) 과 mg/dL의 관계에 주의하라.]



예제 5.16

- (a) Li^+ 과 Pb^{2+} 각 1.00 ppm 용액의 몰농도를 계산하시오.
- (b) 100 ppm Pb^{2+} 수용액 1 L를 만들려면 소요되는 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 의 무게는 얼마인가?

풀이

Li 농도 = 1.00 ppm = 1.00 mg/L, Pb 농도 = 1.00 ppm = 1.00 mg/L

$$M_{\text{Li}} = \frac{1.00 \text{ mg Li/L} \times 10^{-3} \text{ g/mg}}{6.94 \text{ g Li/mol}} = 1.44 \times 10^{-4} \text{ mol/L Li}$$

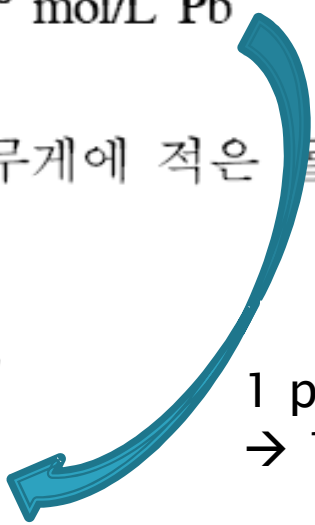
$$M_{\text{Pb}} = \frac{1.00 \text{ mg Pb/L} \times 10^{-3} \text{ g/mg}}{207 \text{ g Pb/mol}} = 4.83 \times 10^{-6} \text{ mol/L Pb}$$

납 (Pb) 은 리튬 (Li) 보다 매우 무겁기 때문에, 일정한 무게에 적은 몰수를 함유하며 따라서 몰농도도 적다.

$$100 \text{ ppm Pb}^{2+} = 100 \text{ mg/L} = 0.100 \text{ g/L}$$

$$\frac{0.100 \text{ g Pb}}{207 \text{ g/mol}} = 4.83 \times 10^{-4} \text{ mol Pb}$$

1 ppm
→ 100 ppm



따라서 우리는 4.83×10^{-4} mol의 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 가 필요하다.

$$4.83 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 331.2 \text{ g Pb}(\text{NO}_3)_2/\text{mol} = 0.160 \text{ g Pb}(\text{NO}_3)_2$$

