

原子量、式量			
H: 1.01	O: 16.00	B: 10.81	Na: 22.99
H ₃ BO ₃ (ホウ酸, 硼酸 boric acid):		61.84	
Na ₂ [B ₄ O ₅ (OH) ₄]·8H ₂ O (ホウ砂 borax):		381.42	
(または Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O と表記, 四ホウ酸ナトリウム十水和物, sodium tetraborate decahydrate)			
Na ₂ B ₄ O ₇ (四ホウ酸ナトリウム):		201.22	
B ₂ O ₃ (酸化ホウ素):		69.62	
Na ₂ O (酸化ナトリウム):		61.98	
H ₂ O (水):		18.02	

重量パーセント濃度 (% , wt% , mass%):	溶液 100 g 当たりに溶けている溶質の質量 (g)
モル濃度 (mol/L):	溶液 1000 mL 当たりに溶けている溶質の物質量 (mol)
重量モル濃度 (mol/kg):	溶媒 1000 g 当たりに溶けている溶質の物質量 (mol)

例題 水 100 g に対してホウ酸 20 g、ホウ砂 25 g を溶解させた溶液を考える。

- (1) ホウ素の重量モル濃度 (mol/kg) はいくらか。
- (2) ホウ素のモル濃度 (mol/L) はいくらか。溶液の密度は 1.14 g/mL とする。
- (3) この水溶液を $x\text{Na}_2\text{O} \cdot y\text{B}_2\text{O}_3 \cdot z\text{H}_2\text{O}$ と表記したとき、 x, y, z はいくらになるか。 y を 1 として比で表せ。
- (4) B₂O₃ 換算の重量パーセント濃度 (B₂O₃ wt%)、Na₂O 換算の重量パーセント濃度 (Na₂O wt%) で表せ。

解答

- (1) H₃BO₃ 1 mol B 1mol Na₂B₄O₇·10H₂O 1 mol B 4 mol

溶質として溶かしたホウ砂 Na₂[B₄O₅(OH)₄]·8H₂O のうち、結晶水 8H₂O は溶媒の水となる。

$$\text{溶媒の質量 (g): } 100 + 25 \times \frac{18.02 \times 8}{381.42} = 109.45 \text{ g}$$

$$\text{ホウ素の物質量 (mol): } \frac{20}{61.84} \times 1 + \frac{25}{381.42} \times 4 = 0.58559 \text{ mol}$$

$$\text{重量モル濃度 (mol/kg): } \frac{0.58559}{109.45} \times 1000 = \underline{5.350 \text{ mol/kg}}$$

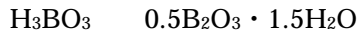
- (2) 溶液の重量 100 + 20 + 25 = 145 g

この中に(1)で計算した 0.58559 mol のホウ素が溶けている。

$$\text{溶液を体積に直すと } 145 \text{ (g)} \div 1.14 \text{ (g/mL)} = 127.19 \text{ mL}$$

$$1000 \text{ mL 当たりに直せば } 0.58559 \times \frac{1000}{127.19} = \underline{4.604 \text{ mol/L}}$$

- (3) ホウ酸、ホウ砂、水は、全元素の酸化数が同じなので、 $x\text{Na}_2\text{O} \cdot y\text{B}_2\text{O}_3 \cdot z\text{H}_2\text{O}$ の表記に直すことができる。



(式量 61.84 のうち、 $69.62 \times 0.5 = 34.81$ が B_2O_3 、 $18.02 \times 1.5 = 27.03$ が H_2O)



(式量 381.42 のうち、61.98 が Na_2O 、 $69.62 \times 2 = 139.24$ が B_2O_3 、 $18.02 \times 10 = 180.2$ が H_2O)

溶液 145 g 中の Na_2O 、 B_2O_3 、 H_2O の各質量を計算する。

$$\text{Na}_2\text{O} : 25 \times \frac{61.98}{381.42} = 4.0625 \text{ g}$$

$$\text{B}_2\text{O}_3 : 20 \times \frac{34.81}{61.84} + 25 \times \frac{139.24}{381.42} = 20.385 \text{ g}$$

$$\text{H}_2\text{O} : 100 + 20 \times \frac{27.03}{61.84} + 25 \times \frac{180.02}{381.42} = 120.541 \text{ g}$$

H_2O は $145 - 4.0625 - 20.385 = 120.55 \text{ g}$ として求めてもよい

モル比は、質量を式量で割れば求まる。

$$\begin{aligned} \text{Na}_2\text{O} : \text{B}_2\text{O}_3 : \text{H}_2\text{O} &= \frac{4.0625}{61.98} : \frac{20.385}{69.62} : \frac{120.541}{18.02} \\ &= 0.06555 : 0.2928 : 6.689 \\ &= \underline{0.2239 : 1 : 22.84} \end{aligned}$$

- (4) (3)の計算結果を使って

$$\text{Na}_2\text{O} : \frac{4.0625}{145} \times 100 = \underline{2.802 \%}$$

$$\text{B}_2\text{O}_3 : \frac{20.385}{145} \times 100 = \underline{14.06 \%}$$

練習 水 100 g に対してホウ酸 160 g、ホウ砂 200 g を溶解させた溶液を考える。

- (1) ホウ素の重量モル濃度 (mol/kg) はいくらか。
- (2) ホウ素のモル濃度 (mol/kg) はいくらか。溶液の密度は g/mL とする。
- (3) この水溶液を $x\text{Na}_2\text{O} \cdot y\text{B}_2\text{O}_3 \cdot z\text{H}_2\text{O}$ と表記したとき、 x, y, z はいくらになるか。 y を 1 として比で表せ。
- (4) B_2O_3 換算の重量パーセント濃度 ($\text{B}_2\text{O}_3 \text{ wt} \%$)、 Na_2O 換算の重量パーセント濃度 ($\text{Na}_2\text{O wt} \%$) で表せ。