

水とエタノールの体積減少

100 gのエタノールを100 gの水に混ぜると、濃度50%で200 gのエタノール水溶液ができます。ところが、100 cm<sup>3</sup>のエタノールを100 cm<sup>3</sup>の水に混ぜると、エタノール水溶液の体積は200 cm<sup>3</sup>にはならず、少しだけ小さい体積（温度などの条件によりますが195 cm<sup>3</sup>前後）になります。

このことを聞いた太郎君は、次の条件を満たす、エタノールに似た物質「クタノール」を考えました。

クタノールの比重は、0.8 g/cm<sup>3</sup>（水の比重は、1 g/cm<sup>3</sup>）  
水□cm<sup>3</sup>とクタノール△cm<sup>3</sup>を混ぜると、  
□≥△のとき、体積は(□+△-△×0.1) cm<sup>3</sup>になり、  
□<△のとき、(□+△-□×0.1) cm<sup>3</sup>になる

例えば、水70 cm<sup>3</sup>とクタノール30 cm<sup>3</sup>を混ぜると、70 + 30 - 30 × 0.1 = 97 (cm<sup>3</sup>)になります。このとき、クタノール水溶液の「体積濃度」は、30 ÷ 97 = 0.3092...より、およそ30.9%です。以下の問いに答えなさい。

- (1) 濃度50%のクタノール水溶液の体積濃度は何%ですか。小数第2位を四捨五入して答えなさい。
- (2) 体積濃度50%のクタノール水溶液の濃度は何%ですか。小数第2位を四捨五入して答えなさい。
- (3) 重さ90 g、体積100 cm<sup>3</sup>のクタノール水溶液の濃度は何%ですか。小数第2位を四捨五入して答えなさい。

水とエタノールの体積減少 (1) およそ 58.1% (2) およそ 42.1% (3) およそ 60.3%

(1) 濃度 50% という事は、水とクタノールの重さの比が 1 : 1 ということです。水とクタノールが 4 g ずつあるとすると、水の体積は  $4 \text{ cm}^3$ 、クタノールの体積は  $4 \div 0.8 = 5 \text{ (cm}^3\text{)}$  です。このとき、クタノール水溶液の体積は、 $4 + 5 - 4 \times 0.1 = 8.6 \text{ (cm}^3\text{)}$  なので、クタノールの体積濃度は、 $5 \div 8.6 = 0.5813\dots$  より、およそ 58.1% です。

(2) 水を  $\square \text{ cm}^3$ 、クタノールを  $\triangle \text{ cm}^3$  とすると、体積濃度が 50% になるのは、

$\square \geq \triangle$  で、 $\frac{\triangle}{\square + \triangle \times 0.9} = \frac{1}{2}$  となる場合 (…㉞) か、

$\square < \triangle$  で、 $\frac{\triangle}{\square \times 0.9 + \triangle} = \frac{1}{2}$  となる場合 (…㉟) のどちらかです。

㉞の場合

$$\triangle \times 2 = \square + \triangle \times 0.9,$$

$$\triangle \times 1.1 = \square,$$

$\triangle : \square = 10 : 11$  となります。 $\square = 11 \text{ cm}^3$ 、 $\triangle = 10 \text{ cm}^3$  とすると、水は 11 g、クタノールは  $10 \times 0.8 = 8 \text{ (g)}$  なので、クタノールの濃度は、 $8 \div (11 + 8) = 0.4210\dots$  より、およそ 42.1% です。

㉟の場合

$$\triangle \times 2 = \square \times 0.9 + \triangle,$$

$$\triangle \times 1 = \square \times 0.9,$$

$\triangle : \square = 9 : 10$  となるので、 $\square < \triangle$  の条件と矛盾します。

以上より、およそ 42.1% です。

(3) ここでは、クタノール水溶液の比重が  $0.9 \text{ g/cm}^3$  になっています。  $0.9$  は  $0.8$  と  $1$  の平均値なので、仮にクタノール  $10 \text{ cm}^3$  と水  $10 \text{ cm}^3$  を混ぜた場合を考えると、重さは  $8 + 10 = 18 \text{ (g)}$  で、体積は  $10 + 10 - 10 \times 0.1 = 19 \text{ (cm}^3)$  となるので、比重は  $18 \div 19 = 0.94\dots$  となっています。

水を  $\square \text{ cm}^3$ 、クタノールを  $\triangle \text{ cm}^3$  とすると、比重が  $0.94\dots$  より軽い  $0.9$  になるためにはクタノールの量を増やす必要があることから、 $\square < \triangle$  となるので、クタノール水溶液の比重は、

$$\frac{\square + \triangle \times 0.8}{\square \times 0.9 + \triangle} = \frac{9}{10} \text{ と表すことができます。}$$

$$\square \times 10 + \triangle \times 8 = \square \times 8.1 + \triangle \times 9,$$

$$\square \times 1.9 = \triangle \times 1,$$

$\square : \triangle = 10 : 19$  となります。水を  $10 \text{ cm}^3$ 、クタノールを  $19 \text{ cm}^3$  とすると、クタノール水溶液の体積は  $10 + 19 - 10 \times 0.1 = 28 \text{ (cm}^3)$ 、重さは  $10 + 19 \times 0.8 = 10 + 15.2 = 25.2 \text{ (g)}$  で、 $25.2 \div 28 = 0.9 \text{ (g/cm}^3)$  となって条件を満たしています。

このとき、クタノール水溶液の濃度は、 $15.2 \div 25.2 = 0.6031\dots$  より、およそ  $60.3\%$  です。