

薬科学専攻博士課程前期課程入学試験(一次募集)問題

専門科目 分析化学

問 1. 紫外可視吸光度測定法を用いて、単一の波長により、ある化合物の濃度の異なる 2 種類の水溶液の透過率を測定したところ、水溶液 I の透過率は 50%、水溶液 II の透過率は 20% であった。水溶液 I と II を等量ずつ混合した水溶液の吸光度を小数点第 1 位まで求めよ。ただし、 $\log_{10} 2 = 0.3$ 、用いたセルの層長は 1 cm とする。

$$T_I = 50\% \text{ (透過率)} \rightarrow t_I = 0.5 \text{ (透過度)}$$

$$A_I = -\log_{10} t_I \quad (\text{吸光度と透過度の関係})$$

$$-\left(\log_{10} \frac{5}{10}\right) = -\left(\log_{10} \frac{1}{2}\right) = -(\log_{10} 1 - \log_{10} 2) = -(0 - 0.3) = 0.3$$

$$T_{II} = 20\% \quad t_{II} = 0.2$$

$$A_{II} = -\log_{10} t_{II}$$

$$-\left(\log_{10} \frac{2}{10}\right) = -(\log_{10} 2 - \log_{10} 10) = -(0.3 - 1) = 0.7$$

$$A_{I+II} = \frac{(0.3 + 0.7)}{2} = 0.5$$

問 2. 28%アンモニア水を量り、水で全量 500 mL とした後、その 20 mL を正確に量り、さらに水で全量 1000 mL とした。この水溶液の pH を測定したところ、11.0 であった。28%アンモニア水の採取量は何 mL になるか。小数点第 1 位まで求めよ。ただし、28%アンモニア水の比重 $d = 0.90$ 、アンモニアの分子量 $\text{NH}_3 = 17$ 、アンモニアの塩基解離定数

$K_b = 1.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 、 $\sqrt{1.0}$ から $\sqrt{1.1}$ の範囲の値は 1 とし、温度は 25℃ とする。

28%アンモニア水の採取量を $X \text{ mL}$ とする。28%アンモニア水は溶液 100 g 中に溶質 28 g が含まれるアンモニア水であるため、 $X \text{ mL}$ 中のアンモニアの質量は、比重 $d = 0.9 \text{ g/mL}$ を用いて、以下で表すことができる（比重は通常無単位だが、便宜上、密度と同様の単位を用いて計算する）。

$$(28 \text{ g} / 100 \text{ g}) \times X \text{ mL} \times 0.90 \text{ g/mL} = (25.2X / 100) \text{ g} \doteq (25X / 100) \text{ g}$$

これを水で全量 500 mL とし、その液 20 mL を正確に量りとり。これに水を加えて全量 1,000 mL とした。アンモニア水の濃度は、アンモニアの分子量 $\text{NH}_3 = 17$ を考慮すると、以下で表される。

$$(25X / 100) \text{ g} \times (1 / 500 \text{ mL}) \times (20 \text{ mL} / 1,000 \text{ mL}) = X \times 10^{-2} \text{ g/L} = X \times (10^{-2} / 17) \text{ mol/L}$$

また、この水溶液の pH が 11.0 であることから、 $\text{pOH} = \text{p}K_w - \text{pH} = 14.0 - 11.0 = 3.0$ であり、 $[\text{OH}^-] = 10^{-3}$ となる。よって、この水溶液のモル濃度を C とすると、塩基の解離定数 K_b を用いて $[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot C}$ と表せることから、

$$10^{-3} = \sqrt{1.7 \times 10^{-5} \times C}$$

$$10^{-6} = 1.7 \times 10^{-5} \times C$$

$$C = 1 / 17 \text{ mol/L} \text{ となり}$$

上記で求めた濃度が等しくなるため、 $X \times (10^{-2} / 17) \text{ mol/L} = 1 / 17 \text{ mol/L}$ となり、 $X = 100$ であることから、28%アンモニア水の採取量は 100.0 mL である。