



## 化学概論 1 章末問題解答編

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2012-10-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 小原, 繁 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://hokkyodai.repo.nii.ac.jp/records/8952">https://hokkyodai.repo.nii.ac.jp/records/8952</a>

# 第1章 原子と分子

問題に関連した内容を記載した教科書「一般化学」のページ数を問題文最後に記した。

問題 1.1 3種の窒素化合物 A、B、C を分析したら、次の結果を得た。この事実が倍数比例の法則に合致することを説明せよ。(p4)

	A	B	C
窒素	63.63%	46.67%	30.44%
酸素	36.37%	53.33%	69.56%

解答例 1.1 各化合物において窒素と酸素の質量比を計算し、これらの数値の比を計算すると

$$\begin{aligned} & \frac{0.6363}{0.3637} : \frac{0.4667}{0.5333} : \frac{0.3044}{0.6956} \\ & = 1.7495 : 0.87511 : 0.43760 \\ & = 3.9979 : 1.9997 : 1 \\ & \approx 4 : 2 : 1 \end{aligned} \quad (1.1.1)$$

になり、「一定量の酸素と化合する窒素の質量が簡単な整数比になっている」ので倍数比例の法則に合致していることが判かる。

解説 1.1 化合物 A の質量を  $M$  とすると、この質量のうちの比率  $r (= 0.6363)$  が窒素の質量になり残りの比率  $(1 - r)$  が酸素の質量になる。したがって、それぞれの質量は  $Mr$  と  $M(1 - r)$  になり、窒素と酸素の質量比 (窒素の質量 / 酸素の質量) は

$$\frac{Mr}{M(1 - r)} = \frac{r}{1 - r} = \frac{0.6363}{0.3637} \quad (1.1.2)$$

になる。同様に化合物 B と C についても質量比を計算し、それらの数値の相対比率も計算すると上記のように簡単な整数比になる。

問題 1.2 特性 X 線のうち  $K\alpha$  線についての波長が、Zn では  $1.435\text{\AA}$ 、Ni では  $1.658\text{\AA}$  である。ある元素の  $K\alpha$  線の波長は  $1.789\text{\AA}$  である。この元素の原子番号を求めよ。光の速度  $c = 2.998 \times 10^{10} \text{ cm/s}$  とする。(p8)

解答例 1.2 特性 X 線の振動数  $\nu$  と原子番号  $Z$  には

$$\sqrt{\nu} = a(Z - b) \quad (1.2.1)$$

の関係があり ( $a$  と  $b$  は定数)、また、振動数  $\nu$  は光の速度  $c$  や波長  $\lambda$  と

$$\nu = \frac{c}{\lambda} \quad (1.2.2)$$

の関係がある。したがって、次の関係式が得られ、

$$\sqrt{\frac{c}{\lambda}} = a(Z - b) \quad (1.2.3)$$

この式に実際の値を代入して

$$\sqrt{\frac{c}{1.435\text{\AA}}} = a(30 - b), \quad (1.2.4)$$

$$\sqrt{\frac{c}{1.658\text{\AA}}} = a(28 - b), \quad (1.2.5)$$

$$\sqrt{\frac{c}{1.789\text{\AA}}} = a(Z - b) \quad (1.2.6)$$

未知の原子番号  $Z$  を求めると、

$$Z = 27 \quad (1.2.7)$$

になる。なお、光の速度  $c$  の実際の値を使わなくても  $Z$  の値を算出することができることに注意すること。

解説 1.2 原子番号が  $Z_1$ 、 $Z_2$ 、および、 $Z_3$  の三つの元素においてその特性 X 線の波長が  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、および、 $\lambda_3$  だったとすると、(1.2.3) 式は

$$\sqrt{\frac{c}{\lambda_1}} = a(Z_1 - b), \quad (1.2.8)$$

$$\sqrt{\frac{c}{\lambda_2}} = a(Z_2 - b), \quad (1.2.9)$$

$$\sqrt{\frac{c}{\lambda_3}} = a(Z_3 - b) \quad (1.2.10)$$

になる。これらの等式から、定数  $a$ 、 $b$ 、および、 $c$  を除去して次式を得る、

$$Z_1 S_1 + Z_2 S_2 + Z_3 S_3 = 0, \quad (1.2.11)$$

ここで、 $S_1$ 、 $S_2$ 、および、 $S_3$  は波長の逆数の平方根を使用して定義した定数である、

$$S_1 \equiv \sqrt{\frac{1}{\lambda_2}} - \sqrt{\frac{1}{\lambda_3}}, \quad (1.2.12)$$

$$S_2 \equiv \sqrt{\frac{1}{\lambda_3}} - \sqrt{\frac{1}{\lambda_1}}, \quad (1.2.13)$$

$$S_3 \equiv \sqrt{\frac{1}{\lambda_1}} - \sqrt{\frac{1}{\lambda_2}}. \quad (1.2.14)$$

途中を割愛

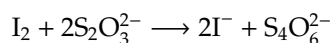
問題 4.16 電池  $\text{Zn}|\text{Zn}^{2+} \parallel \text{Ag}^+|\text{Ag}$  の  $25^\circ\text{C}$  における起電力を求めよ ( $\text{Zn}^{2+}$  と  $\text{Ag}^+$  の濃度はどちらも  $1 \text{ mol/L}$ )。 (p131)

解答例 4.16  $\text{Ag}^+$  の標準電極電位は  $+0.799\text{V}$  であり、 $\text{Zn}^{2+}$  の標準電極電位は  $-0.763\text{V}$  であるので、起電力は

$$(+0.799 \text{ V}) - (-0.763 \text{ V}) = +1.562 \text{ V} \quad (4.16.1)$$

になる。

問題 4.17 濃度不明のチオ硫酸ナトリウム水溶液  $20\text{mL}$  が  $0.254\text{g}$  のヨウ素を還元するという。このチオ硫酸ナトリウム水溶液と濃度が等しい水溶液を  $1\text{L}$  つくるためには、何  $\text{g}$  の  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  が必要か。 (p132)



ただし、ヨウ素の原子量  $\text{I}=127$ 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  の式量を  $248$  とする。

解答例 4.17 ヨウ素分子の  $1 \text{ mol}$  当りの質量は  $254 \text{ g/mol}$  なので  $0.254 \text{ g}$  のヨウ素分子の物質量は

$$\frac{0.254 \text{ g}}{254 \text{ g/mol}} = 1.00 \times 10^{-3} \text{ mol} \quad (4.17.1)$$

になる。ヨウ素の還元にはチオ硫酸イオンがヨウ素の  $2$  倍の物質量が必要になるので、チオ硫酸イオンが  $2.00 \times 10^{-3} \text{ mol}$  だけチオ硫酸ナトリウム水溶液  $20 \text{ mL}$  に溶けていることになる。したがって、これと同じ濃度の水溶液を  $1 \text{ L}$  調製するにはチオ硫酸イオンを

$$(2.00 \times 10^{-3} \text{ mol}) \times \frac{1 \text{ L}}{20 \text{ mL}} = 1.00 \times 10^{-1} \text{ mol} \quad (4.17.2)$$

必要になる。 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  の  $1 \text{ mol}$  当りの質量は  $248 \text{ g/mol}$  なので、必要な  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  の量は

$$(1.00 \times 10^{-1} \text{ mol}) \times 248 \text{ g/mol} = 24.8 \text{ g} \quad (4.17.3)$$

になる。