

S.6S

16/9/2008

1. (a) 鈷 (Cobalt, Co) 與鋼鐵混合後，可增強鋼鐵的抗腐蝕性(corrosion resistance)。試計算一含有 1.00×10^{20} 粒原子(atom)的鈷樣本中的摩爾數(mole number)及其質量(mass)。
- (b) 鉀-40是一種較罕見的低原子序(atomic number)但又具放射性(radioactive)的同位素(isotope)。它在自然界中的豐度(abundance)為0.012%。若1杯牛奶中含371 mg 鉀(potassium)，試計算因飲用此杯牛奶所吸收的 ^{40}K 原子的數量。
(相對原子質量：鉀 = 39.10；鈷 = 58.93)

04 II #1(a)

2. (a) 氣態化合物(gaseous compound) A 的質量組成(mass composition)如下：
N 21.6%、O 49.2% 和 F 29.2%
- (i) 推定 A 的實驗式(empirical formula)。
- (ii) 在 298 K 和 $1.01 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$ 時，A 的密度(density)是 2.65 g dm^{-3} 。假設 A 具理想氣體(ideal gas)的習性，計算 A 的摩爾質量(molar mass)，從而推完它的分子式(molecular formula)。
- (iii) 繪出 A 全部可能的三維結構。

93 II #3(a)

3. (a) (i) 分別寫出 Cr^{n+} 和 MnO_4^- 在酸性溶液(acidic solution)中氧化還原(oxidation-reduction)的平衡半反應式(balanced half-equation)。用 n 來表示，每一摩爾(mole) Cr^{n+} 的氧化反應(oxidation)會涉及多少摩爾電子(electron)？
寫出上述反應的平衡總反應式(balanced overall equation)。
- (ii) 用 0.0250 M KMnO_4 溶液來滴定(titrate)一含有 1.50×10^{-3} 摩爾 Cr^{n+} 的酸化溶液。到達反應的當量點(equivalence point)時，所加入的 KMnO_4 體積是 48.00 cm^3 。
計算 n 的值。
4. 一化學式為 $\text{H}(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$ 的羧酸(carboxylic acid)，它的沸點(boiling point)為 164°C 。0.14 g 這種酸的蒸氣(vapour)在 353°C 及壓力(pressure)為 101 kN m^{-2} 下的體積(volume)為 82 cm^3 ，試計算化學式中的 n 值。

1. (a) 由於1摩爾鈷含 6.022×10^{23} 粒原子

$$\therefore 1.00 \times 10^{20} \text{ 粒鈷原子的摩爾數} = \frac{1.00 \times 10^{20}}{6.022 \times 10^{23}} = 1.66 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

由於1摩爾鈷原子重 58.93 g

$$\begin{aligned} \therefore \text{它的質量} &= 58.93 \times 1.66 \times 10^{-4} \\ &= 9.78 \times 10^{-3} \text{ g} \end{aligned}$$

(b) 1摩爾K的質量 = 39.10 g

$$\begin{aligned} \therefore 371 \text{ mg K的摩爾質量} &= \frac{371 \times 10^{-3} \text{ g}}{39.1 \text{ g mol}^{-1}} \\ &= 9.49 \times 10^{-3} \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{它所含的K原子數量} &= 6.022 \times 10^{23} \times 9.49 \times 10^{-3} \\ &= 5.71 \times 10^{21} \text{ K原子} \end{aligned}$$

由於 ^{40}K 的自然豐度是0.012%，所以1杯牛奶所含的 ^{40}K 原子數量

$$= 5.71 \times 10^{21} \times \frac{0.012}{100} = 6.86 \times 10^{17} \text{ 粒}$$

2. (a) (i)

	N	O	F	
摩爾比	$\frac{21.6}{14.0}$	$:\frac{49.2}{16.0}$	$:\frac{29.2}{19.0}$	1
	$= 1.543$	$:\overset{=}{3.075}$	$:\overset{=}{1.537}$	
	$= 1$	$:\quad 2$	$:\quad 1$	

實驗式： NO_2F

(ii) 就理想氣體而言，

$$pV = nRT$$

$$M_r = \frac{\rho}{p} RT$$

式中 M_r 是氣體的摩爾質量， ρ 是密度， p 是壓強而 T 是溫度 (K)

$$\begin{aligned} A \text{ 的摩爾質量} &= \frac{2.65 \times 10^3}{1.01 \times 10^5} \times 8.31 \times 298 \\ &= 64.97 \text{ g} \end{aligned}$$

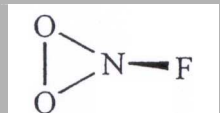
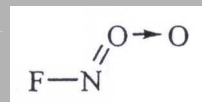
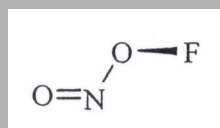
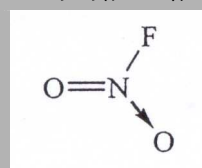
A 的分子式： $(\text{NO}_2\text{F})_n$

$$(14.0 + 16.0 \times 2 + 19.0)_n = 64.97$$

$$\therefore n = 1$$

分子式： NO_2F

(iii) A 的可能三維結構：



3. (a) (i) 由於 MnO_4^- 是一強氧化劑，它能將 Cr^{n+} 氧化為 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
- 半反應： $\text{MnO}_4^-(aq) + 8\text{H}^+(aq) + 5e^- \longrightarrow \text{Mn}^{2+}(aq) + 4\text{H}_2\text{O}(\ell)$ 1
- $2\text{Cr}^{n+}(aq) + 7\text{H}_2\text{O}(\ell) \longrightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(aq) + 14\text{H}^+(aq) + (12 - 2n)e^-$ 2
- 每摩爾 Cr^{n+} 放出 $(6 - n)$ 摩爾的 e^-
- $10\text{Cr}^{n+}(aq) + (12-2n)\text{MnO}_4^-(aq) + (26-16n)\text{H}^+(aq) \longrightarrow 5\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(aq)$ 1
- $(12-2n)\text{Mn}^{2+}(aq) + (13-8n)\text{H}_2\text{O}(\ell)$
- (ii) Cr^{n+} 的摩爾數目 = 0.00150
- MnO_4^- 的摩爾數目 = $\frac{48 \times 0.025}{1000} = 0.0012$ 1
- 所以 5 摩爾 $\text{Cr}^{n+} = 4$ 摩爾 MnO_4^- 1
- 即 $\frac{10}{12-2n} = \frac{5}{4}$
- $n = 2$ 1
- $10\text{Cr}^{n+}(aq) + 8\text{MnO}_4^-(aq) + 3\text{H}^+(aq) \longrightarrow 5\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(aq) + 8\text{Mn}^{2+}(aq)$ 1
- $+ 6\text{H}_2\text{O}(\ell)$

4. 設該羧酸的摩爾質量為 M ，

$$PV = nRT$$

$$101 \times 82 \times 10^{-3} = (0.14 / M) \times 8.31 \times (273 + 353)$$

$$M = 88$$

$$\text{H}(\text{CH}_2)_n\text{COOH} \text{ 分子量} = 88$$

$$\therefore 1 + 14n + 12 + 32 + 1 = 88$$

$$n = 3$$