

### 高3 化学総合 S・SA～前期第6回～ <解答>◆酸と塩基②◆

#### 【1】

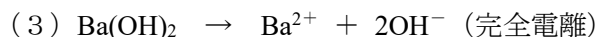
<解答>



(3) 水酸化バリウム水溶液：13 塩酸：1.0

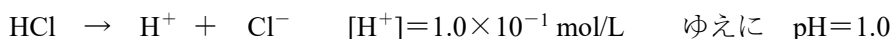
(4)  $2.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$  (5) 0.50 %

<解説>



$$[\text{OH}^-] = 5.0 \times 10^{-2} \times 2 = 1.0 \times 10^{-1} \text{ (mol/L)}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-1}} = 1.0 \times 10^{-13} \quad \text{pH} = 13$$



(4)  $\text{CO}_2$  は水に溶け、炭酸  $\text{H}_2\text{CO}_3$  となると考えると、二価の酸としてはたらく。

吸収された  $\text{CO}_2$  を  $x$  [mol] とすると、中和点においては

(酸の出した  $\text{H}^+$  の物質量) = (塩基の出した  $\text{OH}^-$  の物質量) より

$$2x + 1.0 \times 10^{-1} \times \frac{19.6}{1000} \times \frac{200}{20.0} = 2 \times 5.0 \times 10^{-2} \times \frac{200}{1000} \quad x = 2.0 \times 10^{-4} \text{ (mol)}$$

(5) 気体の状態方程式  $PV = nRT$  より

$$1.0 \times 10^5 \times V = 2.0 \times 10^{-4} \times 8.3 \times 10^3 \times (273 + 27) \quad V = 4.98 \times 10^{-3} \text{ (L)}$$

$$\text{CO}_2 \text{ の体積百分率は } \frac{4.98 \times 10^{-3}}{1.0} \times 100 \doteq 0.50 \text{ (\%)}$$

#### 【2】

<解答>

(1)  $\text{ア}$  : d    $\text{イ}$  : a    $\text{ウ}$  : b    $\text{エ}$  : i    $\text{オ}$  : l

(2)  $\text{ク}$  : c    $\text{コ}$  : d    $\text{カ}$  : i   (3) 0.010   (4) 10.3

<解説>

(1)  $\text{ウ}$   $K_b = \frac{ca \times ca}{c(1-a)} = \frac{ca^2}{1-a} \doteq ca^2$     $\text{エ}$   $K_b = ca^2$  より  $a = \sqrt{\frac{K_b}{c}}$

$\text{オ}$   $[\text{OH}^-] = ca = c \times \sqrt{\frac{K_b}{c}} = \sqrt{cK_b}$     $[\text{H}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{K_w}{\sqrt{cK_b}}$

(2)  $\text{ク}$ ,  $\text{コ}$  等量混合により  $[\text{NH}_3] = \frac{c}{2}$ ,  $[\text{NH}_4^+] = \frac{c}{2}$

$\text{カ}$   $[\text{OH}^-] = \frac{[\text{NH}_3] K_b}{[\text{NH}_4^+]} = \frac{c}{c} K_b$

(3) pH=11 より,  $[H^+] = 1.0 \times 10^{-11}$  [mol/L]

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ [mol/L]} \quad [OH^-] = 0.10\alpha = 1.0 \times 10^{-3} \quad \alpha = 0.010$$

(4) [Z]より

$$[OH^-] = \frac{c}{c'} K_b = \frac{0.10}{0.010} \times 1.8 \times 10^{-5} = 1.8 \times 10^{-4} \text{ [mol/L]}$$

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1}{1.8} \times 10^{-10} \text{ [mol/L]}$$

$$pH = -\log_{10} [H^+] = -\log_{10} \frac{10^{-10}}{1.8} = 10 + \log_{10} 1.8 \doteq 10.3$$

【3】 <解答>

問1  $1.0 \times 10^{-14}$  (mol/L)<sup>2</sup> 問2 ア:  $\sqrt{K_a k P_{CO_2} + K_w}$  イ: 硫酸

問3 5.6 問4  $CaCO_3 + 2HNO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2O + CO_2$  問5 7.4kg

<解説>

問1 水のイオン積の値である。

問2 ア:  $[H^+] = [HCO_3^-] + [OH^-] = \frac{K_a [H_2CO_3]}{[H^+]} + \frac{K_w}{[H^+]} = \frac{1}{[H^+]} (K_a k P_{CO_2} + K_w)$

$$\text{より } [H^+]^2 = K_a k P_{CO_2} + K_w \quad \therefore [H^+] = \sqrt{K_a k P_{CO_2} + K_w}$$

イ: 硫黄酸化物中の硫黄は最終的に最高酸化数+6の化合物である  $H_2SO_4$  になる。

問3 問2のアにおいて,  $K_a k P_{CO_2} \gg K_w$  だから  $[H^+] \doteq \sqrt{K_a k P_{CO_2}}$

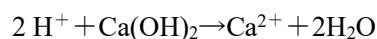
$$pH = -\log[H^+] = -\log(K_a k P_{CO_2})^{\frac{1}{2}} = -\frac{1}{2} \log K_a k P_{CO_2}$$

$$= -\frac{1}{2} \log(K_a + \log k + \log P_{CO_2}) = -\frac{1}{2} (-6.47 - 6.28 + 1.55) = 5.6$$

問4 大理石の主成分は炭酸カルシウムである。求める反応は弱酸の遊離反応である。

問5 求める質量を  $x$ (kg) とする。

$Ca(OH)_2 = 74.1$ , pH4.0 の溶液 ( $[H^+] = 1.0 \times 10^{-4}$  (mol/L)) とは



と反応するから

$$1.0 \times 10^{-4} \times 2.0 \times 10^3 \times 10^3 \times \frac{1}{2} = \frac{x \times 10^3}{74.1}$$

$$\therefore x = 7.41 \doteq 7.4 \text{ (kg)}$$

## <演習問題>

### 【1】

(1)  $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$  より  $[\text{H}^+]_{\text{HCl}} = 10^{-8} \text{ mol/L}$  であり,

$\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$  より  $[\text{H}^+]_{\text{H}_2\text{O}} = x \text{ mol/L}$ ,  $[\text{OH}^-] = x \text{ mol/L}$  なので,

$[\text{H}^+]_{\text{total}} = [\text{H}^+]_{\text{HCl}} + [\text{H}^+]_{\text{H}_2\text{O}} = (10^{-8} + x) \text{ mol/L}$  よって,  $K_w = (1.0 \times 10^{-8} + x)x$

(2) (1) より  $x^2 + 10^{-8}x - 10^{-14} = 0$  より,

$$x = \frac{-10^{-8} + \sqrt{10^{-16} + 4 \times 10^{-14}}}{2} = \frac{-10^{-8} + \sqrt{401 \times 10^{-16}}}{2} \doteq \frac{-10^{-8} + 20 \times 10^{-8}}{2}$$

$$x = 9.5 \times 10^{-8}$$

(3)  $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$   $K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{10^{-3}\alpha^2}{1-\alpha}$

(4)  $[\text{H}^+] = 10^{-3} \times 0.15 = \frac{3}{2} \times 10^{-4}$  より  $\text{pH} = -\log\left(\frac{3}{2} \times 10^{-4}\right) = 4 - \log 3 + \log 2 = 3.82 \doteq 3.8$

### 【2】

(1)  $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$

(2)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ は完全電離するので,  $[\text{Cl}^-] = 0.10 \text{ [mol/L]}$ であり,  $\text{NH}_4^+$ の加水分解による $\text{NH}_4^+$ の減少量は $\text{NH}_3$ の増加量に等しいので, 式(C)が成り立つ。

(3) 第5項は水のイオン積であり,  $25^\circ\text{C}$ での値は,  $1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ と, 第3項より3桁も小さいため。

(4) 強酸の塩酸と弱塩基のアンモニアからできた正塩の塩化アンモニウムは, 加水分解によってオキソニウムイオンを生じるので, 酸性である。

よって, a

(5) 式(E)について解の公式を用いて,

$$[\text{H}^+] = \frac{-5.0 \times 10^{-10} + \sqrt{5.0^2 \times 10^{-20} + 4 \times 5.0 \times 10^{-11}}}{2} \doteq \frac{-5.0 \times 10^{-10} + \sqrt{2} \times 10^{-5}}{2}$$

ここで,  $\sqrt{2} \times 10^{-5} \gg 5.0 \times 10^{-10}$ なので,  $[\text{H}^+] \doteq \frac{\sqrt{2} \times 10^{-5}}{2}$ と近似できる。

よって,  $\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log \frac{\sqrt{2} \times 10^{-5}}{2} = -\frac{1}{2} \log 2 + 5 + \log 2 = 5.15 \doteq 5.2$

(6)  $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$ の平衡状態において, アンモニアを吸収すると $[\text{NH}_3]$ の値が大きくなるので, ルシャトリエの原理より,  $\text{NH}_4^+$ の加水分解はわずかになる。

よって, 塩化アンモニウム水溶液のモル濃度は  $0.10 \text{ mol/L}$  なので,  $[\text{NH}_4^+] \doteq 0.10 \text{ mol/L}$

また,  $1.0 \text{ L}$ の水溶液に吸収されたアンモニアの物質量を  $x \text{ [mol]}$ とすると,  $[\text{NH}_4^+]$ の値が大きいため, アンモニアの電離はさらに抑えられる。 $[\text{NH}_3] \doteq x \text{ [mol/L]}$ となり,

式(A)に代入すると  $\frac{[\text{NH}_3][\text{H}^+]}{[\text{NH}_4^+]} = \frac{x \times 10^{-7}}{0.1} = 5.0 \times 10^{-10}$  より  $5.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$