中五化學練習卷：酸鹼 pH 計算、滴定與緩衝

中五　化學　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 23 題

第一部分：強酸溶液的 pH、稀釋與中和

甲部（20 分）本部分全部答案須列出計算步驟，pH 至兩位小數。

1. 將 25.0 cm³ 的 0.100 mol/dm³ 鹽酸注入 250.0 cm³ 容量瓶並加水至刻度。(a) 求稀釋後氫離子的物質的量。

答案：答案：$n(H^+) = 0.100 \times 25.0 \div 1000 = 2.50 \times 10^{-3}$ mol。（3 分：公式 1 分、代入 1 分、答案連單位 1 分）

2. (b) 求稀釋後溶液的 pH。

答案：答案：$[H^+] = 2.50 \times 10^{-3} \div 0.2500 = 1.00 \times 10^{-2}$ mol/dm³，pH = 2.00。（3 分）

3. (c) 若把該稀釋液再稀釋十倍，求 pH 的改變量並解釋。

答案：答案：$[H^+]$ 變為原來的十分之一，pH 上升 1.00，即由 2.00 變為 3.00。（4 分：數值 2 分、解釋 2 分）

4. (d) 求 0.0050 mol/dm³ 氫氧化鋇溶液的 pH。

答案：答案：$[OH^-] = 2 \times 0.0050 = 0.0100$ mol/dm³，pOH = 2.00，pH = 12.00。（5 分：倍數 2 分、pOH 1 分、pH 2 分）

5. (e) 將 25.0 cm³ 的 0.100 mol/dm³ 鹽酸與 30.0 cm³ 的 0.100 mol/dm³ 氫氧化鈉混合，求混合液的 pH。

答案：答案：鹼過量 5.0×10^{-4} mol，總體積 55.0 cm³，$[OH^-] = 9.09 \times 10^{-3}$ mol/dm³，pOH = 2.04，pH = 11.96。（5 分）

第二部分：弱酸的 Kₐ、pH 與解離度

乙部（18 分）可用 $K_a = [H^+]^2 \div [HA]$ 的近似式，並須說明所用假設。

6. (a) 寫出弱酸 HA 的 K_a 表示式，並說明計算 $[H^+]$ 時所作的兩項假設。

答案：答案：$K_a = [H^+][A^-] \div [HA]$；假設一，水的自解離可忽略；假設二，$[H^+]$ 約等於 $[A^-]$，故 [HA] 的平衡濃度約等於初始濃度。（3 分）

7. (b) 0.100 mol/dm³ 的 HA 溶液，$K_a = 1.8 \times 10^{-5}$，求 $[H^+]$ 與 pH。

答案：答案：$[H^+] = \sqrt{(1.8 \times 10^{-5} \times 0.100)} = 1.34 \times 10^{-3}$ mol/dm³，pH = 2.87。（5 分）

8. (c) 求該溶液的解離度（百分率）。

答案：答案：解離度 $= 1.34 \times 10^{-3} \div 0.100 \times 100\% = 1.34\%$。（4 分）

9. (d) 若把該溶液稀釋十倍，分別求新的 pH、新的解離度，並解釋兩者的變化方向。

答案：答案：$[H^+] = \sqrt{(1.8 \times 10^{-6})} = 4.24 \times 10^{-4}$ mol/dm³，pH = 3.37；解離度 = 4.24%。稀釋令濃度下降，解離平衡右移，解離度上升，但 $[H^+]$ 仍下降，故 pH 上升 0.50。（6 分）

第三部分：酸鹼滴定的計量與濃度求算

丙部（18 分）以 0.120 mol/dm³ 鹽酸滴定 25.0 cm³ 未知濃度的氫氧化鈉溶液，平均滴定體積為 21.35 cm³。

10. (a) 寫出中和反應的離子方程式，並指出酸的物質的量與鹼的物質的量的比。
答案：答案：$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$；物質的量比為 1 : 1。（4 分：方程式 3 分、比例 1 分）

11. (b) 求氫氧化鈉溶液的濃度。
答案：答案：$n(HCl) = 0.120 \times 21.35 \div 1000 = 2.56 \times 10^{-3}$ mol；$[NaOH] = 2.56 \times 10^{-3} \div 0.0250 = 0.102$ mol/dm³。（5 分）

12. (c) 若該鹼液原為 250.0 cm³，求其中氫氧化鈉的質量（相對原子質量：Na 23.0、O 16.0、H 1.0）。
答案：答案：$n = 0.1025 \times 0.250 = 0.0256$ mol；$m = 0.0256 \times 40.0 = 1.02$ g。（5 分）

13. (d) 解釋為何錐形瓶只可用蒸餾水沖洗，不可以用氫氧化鈉溶液沖洗。
答案：答案：錐形瓶內殘留的水不會改變鹼的物質的量，故不影響結果；若用鹼液沖洗，瓶內鹼的物質的量增加，將耗用更多酸，令計算所得濃度偏高。（4 分）

第四部分：滴定曲線與指示劑的選擇

丁部（16 分）就強酸與強鹼、弱酸與強鹼兩類滴定作答。

14. (a) 描述強酸與強鹼互相滴定時，滴定曲線的形狀及當量點附近的特徵。
答案：答案：起始 pH 低，加入鹼後 pH 緩慢上升，至當量點附近出現 pH 由約 3 急升至約 11 的陡直段，之後趨向鹼的 pH。（4 分）

15. (b) 求強酸與強鹼滴定的當量點 pH，並指出此時溶液中主要的物種。
答案：答案：當量點 pH = 7.00（25 °C）；主要物種為 Na^+、Cl^- 與 H_2O，兩者完全中和，無水解。（4 分）

16. (c) 以 0.050 mol/dm³ 乙酸鈉溶液為例，計算弱酸與強鹼滴定在當量點的 pH（$K_a = 1.8 \times 10^{-5}$）。
答案：答案：$K_b = K_w \div K_a = 5.56 \times 10^{-10}$；$[OH^-] = \sqrt{(5.56 \times 10^{-10} \times 0.050)} = 5.27 \times 10^{-6}$ mol/dm³；pOH = 5.28，pH = 8.72。（5 分）

17. (d) 就 (c) 的滴定，指出最適合的指示劑並說明理由。
答案：答案：酚酞（變色範圍約 pH 8.3 至 10.0）；其變色範圍覆蓋當量點 pH 8.72 附近的陡直段。甲基橙於酸性範圍變色，不適用。（3 分）

第五部分：鹽類水解與溶液酸鹼性

戊部（14 分）以 0.10 mol/dm³ 氯化銨溶液為例（$K_b(NH_3) = 1.8 \times 10^{-5}$）。

18. (a) 求該溶液的 pH。
答案：答案：$K_a(NH_4^+) = K_w \div K_b = 5.56 \times 10^{-10}$；$[H^+] = \sqrt{(5.56 \times 10^{-10} \times 0.10)} = 7.45 \times 10^{-6}$ mol/dm³；pH = 5.13。（5 分）

19. (b) 用離子方程式解釋該溶液呈酸性的原因。

答案：答案：銨離子水解 $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$，產生水合氫離子；氯離子不水解，故溶液呈酸性。（4 分：方程式 2 分、解釋 2 分）

20. (c) 若把該溶液稀釋十倍，求新的 pH，並解釋 pH 上升的原因。

答案：答案：$[H^+] = \sqrt{(5.56 \times 10^{-11})} = 2.36 \times 10^{-6}$ mol/dm³，pH = 5.63。稀釋令水解度上升，但 $[H^+]$ 仍下降，故 pH 上升 0.50。（5 分）

第六部分：緩衝溶液的計算與作用

己部（14 分）500.0 cm³ 緩衝溶液含 0.050 mol 乙酸與 0.030 mol 乙酸鈉（$K_a = 1.8 \times 10^{-5}$）。

21. (a) 求該緩衝溶液的 pH。

答案：答案：$pK_a = 4.74$；$pH = 4.74 + \log(0.060 \div 0.100) = 4.52$。（5 分：$pK_a$ 2 分、比例 1 分、pH 2 分）

22. (b) 解釋加入少量強酸後，該溶液 pH 只輕微下降的原因。

答案：答案：加入的 H^+ 與乙酸根結合生成乙酸（$CH_3COO^- + H^+ \rightarrow CH_3COOH$），$H^+$ 被消耗；同時乙酸的存在抑制進一步解離，故 pH 變化很小。（4 分）

23. (c) 若加入 0.0050 mol 氯化氫（體積變化可忽略），求新的 pH 及 pH 的改變量。

答案：答案：乙酸變為 0.055 mol、乙酸根變為 0.025 mol，$pH = 4.74 + \log(0.025 \div 0.055) = 4.40$，下降 0.12。（5 分）

TutorZone 中五化學練習卷｜題目與文章為原創，並非任何學校或出版社的教材。