中五化學練習卷：氧化還原、化學電池與電解

中五　化學　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 24 題

第一部分：氧化數與氧化還原的辨識（16 分）

氧化數是把化合物中的電子分配給電負性較高的原子後，各原子所得的電荷數。元素單質的氧化數為零，氧一般為 −2，氫一般為 +1，化合物中各氧化數的代數和必須為零。氧化數上升代表氧化，下降代表還原。

1. 求高錳酸鉀 KMnO4 中錳的氧化數。

答案：答案：鉀為 +1，氧為 −2，設錳為 x，則 +1 + x + 4(−2) = 0，得 x = +7。錳的氧化數為 +7。（評分要點：列出鉀與氧的氧化數 1 分，方程 1 分，代數運算 1 分，答案及正負號 1 分）

2. 求重鉻酸鉀 K2Cr2O7 中鉻的氧化數。

答案：答案：+2 + 2x + 7(−2) = 0，即 2x = +12，得 x = +6。鉻的氧化數為 +6。（評分要點：方程 2 分，運算 1 分，答案 1 分）

3. 過氧化氫 H2O2 中氧的氧化數為 −1，說明它與一般氧化物不同之處，並求硫代硫酸鈉 Na2S2O3 中硫的氧化數。

答案：答案：在 H2O2 中氧與氧相連，電子沒有完全轉移，故氧的氧化數為 −1 而非 −2。Na2S2O3 中 2(+1) + 2x + 3(−2) = 0，得 2x = +4，硫的氧化數為 +2。（評分要點：解釋氧氧鍵 2 分，方程 1 分，答案 1 分）

4. 在反應 Zn + Cu2+ → Zn2+ + Cu 中，指出被氧化的物質、被還原的物質及氧化劑。

答案：答案：鋅的氧化數由 0 升至 +2，被氧化，同時是還原劑；銅離子由 +2 降至 0，被還原，是氧化劑。（評分要點：氧化與還原各 1 分，氧化劑 1 分，理由 1 分）

第二部分：半反應式與電子轉移（16 分）

半反應式必須同時平衡原子數與電荷。在酸性溶液中可用氫離子與水分子補充原子；每個電子的電荷為 1.6 × 10^-19 C，一摩爾電子的電量即法拉第常數 96485 C。

5. 寫出酸性溶液中 MnO4- 還原為 Mn2+ 的半反應式，並指出錳的氧化數變化及所需電子數。

答案：答案：MnO4- + 8H+ + 5e- → Mn2+ + 4H2O；錳由 +7 降至 +2，共需 5 個電子。（評分要點：反應物與生成物 1 分，配平 2 分，電子數 1 分）

6. 寫出 Fe2+ 氧化為 Fe3+ 的半反應式，並合併成 MnO4- 與 Fe2+ 的整體離子方程式。

答案：答案：Fe2+ → Fe3+ + e-；整體為 MnO4- + 5Fe2+ + 8H+ → Mn2+ + 5Fe3+ + 4H2O。（評分要點：半反應 1 分，電子數對調 2 分，整體配平 1 分）

7. 若有 0.020 mol MnO4- 完全反應，求被氧化的 Fe2+ 摩爾數及轉移電子的摩爾數。

答案：答案：由方程式比例 1 : 5，Fe2+ = 5 × 0.020 = 0.100 mol；每摩爾 Fe2+ 放出 1 摩爾電子，故電子 = 0.100 mol。（評分要點：摩爾比 2 分，Fe2+ 答案 1 分，電子 1 分）

8. 求上述轉移電子所對應的電量，以 C 表示。

答案：答案：Q = nF = 0.100 × 96485 = 9648.5 C，約 9.65 × 10^3 C。（評分要點：公式 1 分，代入 1 分，數值 1 分，有效數字 1 分）

第三部分：化學電池與標準電動勢（16 分）

化學電池把化學能轉為電能。電子由較易失去電子的電極經外電路流向另一電極，該電極稱為陽極，是電池的負極；鹽橋則用來維持兩個半電池的電中性。標準電動勢等於陰極電極電勢減去陽極電極電勢。

9. 把鋅片與銅片分別插入硫酸鋅溶液及硫酸銅溶液，並以鹽橋連接。指出陽極與陰極，並說明哪一電極是負極。

答案：答案：鋅為陽極，銅為陰極；鋅比銅容易失去電子，故鋅電極是負極。（評分要點：陽極 1 分，陰極 1 分，負極判斷及理由 1 分）

10. 已知 E°(Zn2+/Zn) = −0.76 V，E°(Cu2+/Cu) = +0.34 V，求該電池的標準電動勢。

答案：答案：E°cell = E°(陰極) − E°(陽極) = 0.34 − (−0.76) = 1.10 V。（評分要點：公式 1 分，代入符號正確 1 分，答案及單位 1 分）

11. 說明電子在外電路中的流動方向，以及鹽橋的作用。

答案：答案：電子由鋅電極經外電路流向銅電極；鹽橋中的陽離子與陰離子分別遷往兩邊半電池，抵消累積的電荷並保持電中性，使電流持續。（評分要點：電子方向 2 分，離子遷移 2 分，維持電中性 1 分）

12. 若 [Zn2+] = 1.0 mol dm^-3 而 [Cu2+] = 0.010 mol dm^-3，用能斯特方程估算 298 K 時的電池電動勢（採用 0.0592 V 常數）。

答案：答案：濃度比為 1.0 / 0.010 = 100，log 100 = 2；E = 1.10 − (0.0592 / 2) × 2 = 1.10 − 0.0592 = 1.04 V。銅離子濃度下降令電動勢減小。（評分要點：濃度比 1 分，log 值 1 分，代入 2 分，答案 1 分）

第四部分：電解與法拉第計算（20 分）

電解利用外部電源推動非自發的氧化還原反應。電量等於電流乘時間，電子摩爾數等於電量除以法拉第常數。陰極發生還原，陽極發生氧化。以石墨電極電解硫酸銅溶液時，陰極析出銅，陽極放出氧氣。

13. 以 2.00 A 的電流通電 30.0 分鐘，求通過電路的電量。

答案：答案：t = 30.0 × 60 = 1800 s，Q = It = 2.00 × 1800 = 3600 C。（評分要點：時間換算 1 分，公式 1 分，答案及單位 2 分）

14. 求上述過程中轉移電子的摩爾數。

答案：答案：n = Q / F = 3600 / 96485 = 0.0373 mol，約 3.73 × 10^-2 mol。（評分要點：公式 1 分，代入 1 分，數值 1 分，有效數字 1 分）

15. 求陰極析出銅的質量（銅的摩爾質量為 63.5 g mol^-1）。

答案：答案：Cu2+ + 2e- → Cu，每摩爾銅需 2 摩爾電子；n(Cu) = 0.0373 / 2 = 0.0187 mol，質量 = 0.0187 × 63.5 = 1.18 g。（評分要點：電子與銅比例 2 分，摩爾數 1 分，質量及單位 1 分）

16. 求陽極放出氧氣在室溫常壓下的體積，以 cm3 表示（摩爾體積為 24.0 dm3 mol^-1）。

答案：答案：2H2O → O2 + 4H+ + 4e-，故 n(O2) = 0.0373 / 4 = 9.33 × 10^-3 mol；體積 = 9.33 × 10^-3 × 24.0 = 0.224 dm3 = 224 cm3。（評分要點：四電子比例 2 分，摩爾數 1 分，體積換算 1 分）

17. 若要析出 2.00 g 銅，求所需的通電時間，以分鐘表示。

答案：答案：n(Cu) = 2.00 / 63.5 = 0.0315 mol，電子 = 0.0630 mol，Q = 0.0630 × 96485 = 6079 C，t = 6079 / 2.00 = 3039 s ≈ 50.7 分鐘。（評分要點：摩爾數 1 分，電子 1 分，電量 1 分，時間及單位 1 分）

第五部分：食鹽水電解與工業應用（16 分）

電解濃食鹽水時，陽極放出氯氣，陰極放出氫氣並同時生成氫氧化鈉，整體反應為 2NaCl + 2H2O → 2NaOH + H2 + Cl2。工業上用離子交換膜分隔兩極，避免產物混合。

18. 寫出陽極與陰極的電極反應，並指出兩極各自產生的氣體。

答案：答案：陽極 2Cl- → Cl2 + 2e-，產生氯氣；陰極 2H2O + 2e- → H2 + 2OH-，產生氫氣。（評分要點：陽極式 2 分，陰極式 1 分，氣體配對 1 分）

19. 若生成 1.00 mol 氯氣，求同時生成的氫氧化鈉質量。

答案：答案：由方程式比例，1 mol Cl2 伴隨 2 mol NaOH；質量 = 2 × 40.0 = 80.0 g。（評分要點：比例 2 分，摩爾質量 1 分，答案及單位 1 分）

20. 求同時生成的氫氣在室溫常壓下的體積（摩爾體積為 24.0 dm3 mol^-1）。

答案：答案：1 mol Cl2 伴隨 1 mol H2，體積 = 1.00 × 24.0 = 24.0 dm3。（評分要點：比例 2 分，摩爾體積 1 分，答案及單位 1 分）

21. 指出氯在反應中的氧化數變化，並說明為何工業上要使用離子交換膜。

答案：答案：氯由 −1 升至 0，被氧化。離子交換膜只容許鈉離子通過而阻擋氫氧根與氯離子，防止氯氣與氫氧化鈉反應生成次氯酸鹽，亦避免氫氣與氯氣混合。（評分要點：氧化數變化 2 分，膜的作用 2 分）

第六部分：高錳酸鉀滴定計算（16 分）

高錳酸鉀在酸性溶液中是強氧化劑，可把亞鐵離子氧化為鐵離子，本身還原為錳離子。滴定至終點時紫紅色不再褪去，顏色變化本身可作指示劑。計算是先由濃度與體積求摩爾數，再用方程式比例換算。

22. 以 0.0200 mol dm^-3 高錳酸鉀溶液滴定 25.0 cm3 亞鐵離子溶液，平均用量為 24.0 cm3。求所用高錳酸鉀的摩爾數。

答案：答案：體積 = 24.0 / 1000 = 0.0240 dm3，n = cV = 0.0200 × 0.0240 = 4.80 × 10^-4 mol。（評分要點：體積換算 2 分，公式 1 分，代入 1 分，答案 1 分）

23. 求 25.0 cm3 樣本中被氧化的亞鐵離子摩爾數。

答案：答案：由方程式 MnO4- + 5Fe2+ + 8H+ → Mn2+ + 5Fe3+ + 4H2O，比例為 1 : 5，故 n(Fe2+) = 5 × 4.80 × 10^-4 = 2.40 × 10^-3 mol。（評分要點：方程式比例 3 分，代入 1 分，答案及有效數字 1 分）

24. 求原亞鐵離子溶液的濃度，並計算若改用 0.0100 mol dm^-3 高錳酸鉀，預期滴定體積為多少。

答案：答案：c = n / V = 2.40 × 10^-3 / 0.0250 = 0.0960 mol dm^-3。摩爾數不變，濃度減半則體積加倍，預期滴定體積為 48.0 cm3。（評分要點：濃度公式 2 分，答案 2 分，體積加倍推論 2 分）