中六化學練習卷：氧化還原、電化學與化學電池

中六（S6）　化學　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 12 題

甲部：氧化數與氧化還原反應（4 題 25 分）

氧化數：先定 K、O、H 的氧化數，再用化合物總電荷為 0、離子總電荷等於其電荷求未知數；配平後要核對原子數與電荷。

1. 求重鉻酸鉀 K2Cr2O7 中鉻的氧化數，以及高錳酸根離子 MnO4- 中錳的氧化數，並寫出計算步驟。

答案：K2Cr2O7：K = +1、O = −2，設 Cr = x，則 2(+1) + 2x + 7(−2) = 0，得 x = +6，故鉻為 +6。MnO4-：設 Mn = y，則 y + 4(−2) = −1，得 y = +7，故錳為 +7。鉻與錳都處於最高氧化態，因此 K2Cr2O7 與 MnO4- 都是常用氧化劑。

2. 下列三個反應中，哪些屬於氧化還原反應？逐項說明，並指出被氧化的物種與被還原的物種（沒有的話寫「無」）：(a) Zn + Cu2+ → Zn2+ + Cu；(b) HCl + NaOH → NaCl + H2O；(c) 2H2O2 → 2H2O + O2。

答案：(a) 是氧化還原：Zn 由 0 升至 +2（被氧化），Cu2+ 由 +2 降至 0（被還原）。(b) 不是：H +1、Cl −1、Na +1、O −2 全部不變，只是酸鹼中和。(c) 是氧化還原，且屬歧化：H2O2 中 O 為 −1，生成物 H2O 中 O 為 −2（被還原），O2 中 O 為 0（被氧化），同一元素同時被氧化與被還原。

3. 用氧化數法配平：MnO4- + Fe2+ + H+ → Mn2+ + Fe3+ + H2O，並依次寫出 MnO4-、Fe2+、H+、Mn2+、Fe3+、H2O 六個係數。

答案：Mn 由 +7 降至 +2，得 5 個電子；Fe 由 +2 升至 +3，失 1 個電子，故 MnO4- : Fe2+ = 1 : 5。配平後：1 MnO4- + 5 Fe2+ + 8 H+ → 1 Mn2+ + 5 Fe3+ + 4 H2O。核對電荷：左 = (−1) + 5(+2) + 8(+1) = +17，右 = (+2) + 5(+3) = +17；氫 8 = 8，氧 4 = 4。係數依次為 1 : 5 : 8 : 1 : 5 : 4。

4. 用半反應法配平酸性介質中的反應：IO3- + I- + H+ → I2 + H2O，並指出這屬於哪一類反應。

答案：還原半反應：2IO3- + 12H+ + 10e- → I2 + 6H2O；氧化半反應：2I- → I2 + 2e-，乘 5 得 10I- → 5I2 + 10e-。兩式相加：2IO3- + 10I- + 12H+ → 6I2 + 6H2O，化簡係數比為 1 : 5 : 6 : 3 : 3。碘的氧化數由 +5（IO3-）與 −1（I-）同時變成 0，同一元素既被氧化又被還原，屬歧化反應。

乙部：原電池、電解與電極反應（4 題 33 分）

電極與電量：陽極發生氧化、陰極發生還原；E cell = E cathode − E anode；電量 Q = It，電子摩爾數 = Q ÷ 96500，再按半反應式的電子數換算物質摩爾數。

5. 鋅銅原電池 Zn(s) | Zn2+(aq) || Cu2+(aq) | Cu(s)，已知 E°(Zn2+/Zn) = −0.76 V、E°(Cu2+/Cu) = +0.34 V。(a) 哪一電極是陽極？(b) 計算電池電動勢 E°cell。(c) 寫出電池總反應式，並說明外電路電子的流向。

答案：(a) 鋅是陽極，鋅被氧化。(b) E°cell = E°(陰極) − E°(陽極) = 0.34 − (−0.76) = 1.10 V。(c) Zn(s) + Cu2+(aq) → Zn2+(aq) + Cu(s)；外電路電子由鋅片流向銅片，鹽橋中陰離子（如 SO4^2-）移向鋅半電池以中和新增的 Zn2+。

6. 以惰性電極電解 CuSO4(aq)，電流 2.0 A 通電 30 分鐘。已知每摩爾電子電量 96500 C，銅的摩爾質量 63.5 g mol-1。(a) 求通過的電量；(b) 求陰極析出銅的質量。

答案：(a) Q = It = 2.0 × 1800 = 3600 C。(b) n(e-) = 3600 ÷ 96500 = 0.0373 mol；陰極反應 Cu2+ + 2e- → Cu，故 n(Cu) = 0.0373 ÷ 2 = 0.01865 mol；質量 = 0.01865 × 63.5 = 1.18 g。此即法拉第電解定律的應用。

7. 電解濃鹽水（brine）時：(a) 寫出陽極的生成物及電極反應式；(b) 寫出陰極的生成物及電極反應式；(c) 寫出總反應式，並說明溶液中最終得到什麼鹼。

答案：(a) 陽極生成氯氣：2Cl- → Cl2 + 2e-（Cl- 被氧化）。(b) 陰極生成氫氣與氫氧離子：2H2O + 2e- → H2 + 2OH-（水被還原）。(c) 總反應：2NaCl + 2H2O → 2NaOH + H2 + Cl2（電解）。留在溶液中的 Na+ 與 OH- 即氫氧化鈉，故電解濃鹽水同時得到氯氣、氫氣與燒鹼。

8. 電鍍鎳時，工件應接哪一極？陽極用什麼材料？解釋為何電解質中 Ni2+ 的濃度大致保持不變。

答案：工件接負極作陰極，陽極用鎳片。陰極：Ni2+ + 2e- → Ni，鎳沉積在工件表面；陽極：Ni → Ni2+ + 2e-，鎳片溶解。陽極溶解出的 Ni2+ 數目與陰極消耗的 Ni2+ 數目相等，故電解質中 Ni2+ 濃度大致不變，可以長時間電鍍；所得鍍層薄、均勻、附著力好且抗腐蝕。

丙部：定量計算、氧化還原滴定與應用（4 題 42 分）

定量與應用：滴定用 n = cV（V 以 dm³ 計）並按反應式係數比換算；電池組電壓是各電池電壓之和；比較電池要同時講能量密度、成本、壽命與環境影響。

9. 已知 E°(Ag+/Ag) = +0.80 V、E°(Cu2+/Cu) = +0.34 V、E°(Zn2+/Zn) = −0.76 V。由其中任選兩個半電池組成電池：(a) 哪一組合可得最大的 E°cell？計算其值；(b) 寫出該電池的陽極與陰極半反應式；(c) 銅銀組合的 E°cell 是多少？該反應是否自發？

答案：(a) 銀與鋅組合最大：E°cell = 0.80 − (−0.76) = 1.56 V。(b) 陽極（鋅）：Zn → Zn2+ + 2e-；陰極（銀）：2Ag+ + 2e- → 2Ag，兩式電子數相同，直接相加即得總反應。(c) 銅銀組合：E°cell = 0.80 − 0.34 = 0.46 V，為正值故自發，其中銅被氧化、Ag+ 被還原。

10. 電解熔融 Al2O3 煉鋁，電流 10.0 A 通電 4.0 小時。求 (a) 通過的電子摩爾數；(b) 生成鋁的質量（Al = 27.0 g mol-1，96500 C mol-1）。並指出陽極為何要定期更換。

答案：(a) Q = 10.0 × 14400 = 144000 C，n(e-) = 144000 ÷ 96500 = 1.492 mol。(b) 陰極反應 Al3+ + 3e- → Al，n(Al) = 1.492 ÷ 3 = 0.4974 mol，質量 = 0.4974 × 27.0 = 13.4 g。陽極生成的氧會氧化碳陽極（生成 CO2），故碳棒要定期更換。

11. 用 0.0200 M KMnO4 滴定 25.0 cm3 酸化 Fe2+ 溶液，平均用去 24.0 cm3。反應為 MnO4- + 5Fe2+ + 8H+ → Mn2+ + 5Fe3+ + 4H2O。(a) 求被滴定的 Fe2+ 摩爾數；(b) 求原 Fe2+ 溶液的濃度；(c) 本滴定用什麼作指示劑？終點憑什麼判斷？

答案：(a) n(MnO4-) = 0.0200 × 0.0240 = 4.8e-04 mol；按係數比 1 : 5，n(Fe2+) = 5 × 4.8e-04 = 2.4e-03 mol。(b) c = 2.4e-03 ÷ 0.0250 = 0.096 M。(c) 以 KMnO4 自身作指示劑：MnO4- 呈紫紅色、Mn2+ 幾乎無色，當最後一滴使溶液呈持久淡粉紅色（約半分鐘不褪）即為終點。

12. 鉛蓄電池放電時：$PbO_2 + Pb + 2H_2SO_4 \rightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$，已知 $E^\circ(PbO_2/PbSO_4) = +1.69\ V$、$E^\circ(PbSO_4/Pb) = -0.36\ V$。(a) 計算單一電池的 E°_{cell}；(b) 汽車 12 V 電池由幾多個這種電池串聯而成？計算其總電壓；(c) 解釋放電時硫酸濃度為何下降；(d) 比較鉛蓄電池與鋰離子電池的一項優點與一項缺點。

答案：(a) $E^\circ_{cell} = 1.69 - (-0.36) = 2.05\ V$。(b) $12 \div 2.05 = 5.85$，故實際用 6 個電池串聯，總電壓 $= 6 \times 2.05 = 12.3\ V$。(c) 每轉移 2 mol 電子消耗 2 mol H_2SO_4 並生成 2 mol H_2O，酸被消耗同時被水稀釋，故濃度與密度下降，可用比重計判斷放電程度。(d) 優點：可大電流放電、成本低、技術成熟可靠；缺點：能量密度低、含鉛與硫酸須回收、循環壽命較短（鋰離子電池則能量密度高但成本較高、需保護電路）。

TutorZone 中六（S6）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。