中四化學練習卷

中四　化學　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 24 題

第一部分 氧化還原反應

列出計算步驟，並指出氧化劑與還原劑。

1. 求鉻酸鉀（K2Cr2O7）中鉻的氧化數，以及高錳酸鉀（KMnO4）中錳的氧化數，並指出兩種含氧酸根離子在酸性溶液中哪一個是氧化劑。

答案：Cr2O7(2-) 中：2x + 7(-2) = -2，得 2x = 12，x = +6。MnO4(-) 中：y + 4(-2) = -1，得 y = +7。兩者處於最高氧化態，酸性溶液中均可作氧化劑；MnO4(-) 的氧化能力較強。

2. 酸性溶液中，MnO4(-) 把 Fe(2+) 氧化為 Fe(3+)，本身還原為 Mn(2+)。寫出配平後的離子方程式，並求 0.0200 mol MnO4(-) 可氧化多少 mol Fe(2+)。

答案：半反應：MnO4(-) + 8H(+) + 5e(-) -> Mn(2+) + 4H2O；Fe(2+) -> Fe(3+) + e(-)。配平：MnO4(-) + 8H(+) + 5Fe(2+) -> Mn(2+) + 5Fe(3+) + 4H2O。莫爾比 1:5，故 Fe(2+) = 0.0200 x 5 = 0.1000 mol。

3. 在 ClO3(-) 還原為 Cl(-) 的過程中，求氯的氧化數由多少變為多少，以及每個 ClO3(-) 離子轉移的電子數目。

答案：ClO3(-) 中：z + 3(-2) = -1，z = +5；Cl(-) 中氯為 -1。氧化數由 +5 降至 -1，每個離子獲得 6 個電子，屬還原反應。

4. 0.850 mol 過氧化氫在催化劑作用下分解為水與氧氣。寫出方程式，求生成氧氣的莫爾數，並解釋此反應中過氧化氫既被氧化又被還原。

答案：方程式：2H2O2 -> 2H2O + O2。O2 = 0.850 / 2 = 0.425 mol。H2O2 中氧為 -1：一部分降至 -2（水，還原），一部分升至 0（氧氣，氧化），共轉移 0.850 mol 電子，屬歧化反應。

第二部分 電化學電池與電解

使用標準電極電勢（Zn: -0.76 V，Cu: +0.34 V，Ag: +0.80 V）。

5. 以鋅片與銅片插入各自的離子溶液組成丹尼爾電池。求電池的電動勢，寫出兩極反應，並計算 1 mol 反應的標準吉布斯自由能變化（F = 96500 C/mol）。

答案：電動勢 = 陰極 - 陽極 = +0.34 - (-0.76) = 1.10 V。陽極（氧化）：Zn -> Zn(2+) + 2e(-)；陰極（還原）：Cu(2+) + 2e(-) -> Cu。ΔG = -nFE = -2 x 96500 x 1.10 = -212,300 J = -212.3 kJ/mol，負值表示反應自發。

6. 以 2.50 A 的電流電解硫酸銅溶液 30 分鐘。求通過的電量，以及陰極析出銅的質量（Cu = 63.5）。

答案：Q = It = 2.50 x 1800 = 4,500 C。電子莫爾數 = 4,500 / 96500 = 0.0466 mol。Cu(2+) + 2e(-) -> Cu，故 Cu = 0.0466 / 2 = 0.0233 mol，質量 = 0.0233 x 63.5 = 1.48 g。

7. 在銀電鍍實驗中，陰極增重 1.080 g（Ag = 108.0）。求轉移的電子莫爾數、所需電量，以及用 1.50 A 電流所需的時間（秒）。

答案：Ag 莫爾數 = 1.080 / 108.0 = 0.0100 mol。Ag(+) + e(-) -> Ag，故電子 = 0.0100 mol，電量 = 0.0100 x 96500 = 965 C。時間 = 965 / 1.50 = 643.3 s（約 10.7 分鐘）。

8. 以鉑電極電解稀硫酸，通過 0.0200 mol 電子。寫出兩極反應，並求陽極與陰極在室溫常壓下生成氣體的體積（摩爾體積 24.0 dm3/mol）。

答案：陰極：2H(+) + 2e(-) -> H2，H2 = 0.0200 / 2 = 0.0100 mol，體積 = 0.0100 x 24.0 = 0.24 dm3。陽極：2H2O -> O2 + 4H(+) + 4e(-)，O2 = 0.0200 / 4 = 0.0050 mol，體積 = 0.0050 x 24.0 = 0.12 dm3。氫與氧體積比為 2:1。

第三部分 反應速率

所有速率均以 mol/s 或 mol dm-3 s-1 表示，答案取三位有效數字。

9. 某反應在 40 秒內生成 0.500 mol 氣體。求平均生成速率，並說明若溫度升高 10 度，速率通常如何改變。

答案：平均速率 = 0.500 / 40 = 0.0125 mol/s。溫度升高 10 度，粒子平均動能增加，超過活化能的碰撞大增，速率通常約加倍。

10. 某反應在 20 度時速率為 0.0125 mol/s，溫度每升 10 度速率加倍。求 50 度時的速率，並解釋原因。

答案：溫度由 20 升至 50 度共升 30 度，即三個 10 度，速率 = 0.0125 x 2^3 = 0.0125 x 8 = 0.1000 mol/s。原因是更多粒子具有大於活化能的能量，有效碰撞頻率上升。

11. 某反應的速率方程為 rate = k[A][B]^2，其中 k = 0.250。當 [A] = 0.200 mol dm-3、[B] = 0.100 mol dm-3 時，求初始速率；若只把 [B] 加倍，速率變為原來的多少倍？

答案：速率 = 0.250 x 0.200 x (0.100)^2 = 0.250 x 0.200 x 0.0100 = 5.00e-04 mol dm-3 s-1。[B] 加倍時 rate 與 [B] 的二次方成正比，故變為 2^2 = 4 倍，為 2.00e-03 mol dm-3 s-1。

12. 把 50 cm3 的 0.200 M 鹽酸加入過量鎂屑，25 秒後反應完成。求酸的莫爾數及以 mol/s 表示的平均速率，並指出速率如何隨時間變化。

答案：莫爾數 = 0.200 x 0.0500 = 0.0100 mol。平均速率 = 0.0100 / 25 = 4.00e-04 mol/s。隨時間酸濃度下降，速率逐漸減慢，故平均速率低於初始速率。

第四部分 化學平衡

所有體積均為 1.00 dm3，溫度保持不變。

13. 反應 H2(g) + I2(g) -> 2HI(g) 達平衡時，容器內有 0.200 mol H2、0.200 mol I2 及 1.600 mol HI。求 Kc，並寫出 Kc 表示式。

答案：Kc = [HI]^2 / ([H2][I2]) = (1.600)^2 / (0.200 x 0.200) = 2.560 / 0.0400 = 64.0。Kc 大於 1，平衡有利生成物。

14. 同一溫度下 Kc = 64.0。某刻容器內 [H2] = 0.500 M、[I2] = 0.500 M、[HI] = 1.000 M。求反應商 Qc，並判斷淨反應方向。

答案：Qc = (1.000)^2 / (0.500 x 0.500) = 1.000 / 0.2500 = 4.0。因 Qc = 4.0 < Kc = 64.0，淨反應向右（正方向）進行，HI 增加、H2 與 I2 減少。

15. 反應 PCl5(g) -> PCl3(g) + Cl2(g) 的 Kc = 0.0400。若起始時有 2.00 mol PCl5 而無生成物，求平衡時 Cl2 的莫爾數（取三位有效數字）。

答案：設生成 x mol Cl2：Kc = x^2 / (2.00 - x) = 0.0400，即 x^2 + 0.0400x - 0.0800 = 0。解得 x = 0.264 mol，故平衡時 Cl2 與 PCl3 各約 0.264 mol，PCl5 剩 1.736 mol。

16. 反應 2SO2(g) + O2(g) -> 2SO3(g) 的 Kc 在 700 K 時為 1600，在 800 K 時為 40。判斷正反應是放熱還是吸熱，並說明加壓對 SO3 產量的影響。

答案：溫度升高 Kc 由 1600 降至 40，平衡向左移動，故正反應為放熱（ΔH < 0）。加壓時平衡向氣體莫爾數較少的一邊（2 mol 對 3 mol）移動，SO3 產量增加。

第五部分 酸鹼滴定計算

假設強酸強鹼完全電離，答案取三位有效數字。

17. 25 cm3 的 0.100 M 氫氧化鈉溶液，需用 0.125 M 鹽酸中和。求所需鹽酸的體積（cm3）。

答案：NaOH 莫爾數 = 0.100 x 0.0250 = 0.00250 mol。反應比 1:1，故 HCl 體積 = 0.00250 / 0.125 = 0.0200 dm3 = 20.0 cm3。

18. 求 0.0100 M 鹽酸及 0.0100 M 硫酸的 pH（硫酸視為完全電離），並解釋兩者差異。

答案：HCl：pH = -log(0.0100) = 2.00。H2SO4 每分子產生 2 個 H(+)，[H(+)] = 0.0200 M，pH = 1.70。同濃度下硫酸提供雙倍氫離子，故 pH 較低、酸性較強。

19. 某弱一元酸 HA 的濃度為 0.100 M，測得 pH = 2.90。求 [H(+)]、Ka 及電離度（百分比），並說明為何不能用 pH 直接當作強酸計算。

答案：[H(+)] = 10^(-2.90) = 1.259e-03 M。Ka = [H(+)]^2 / ([HA] - [H(+)]) = (1.259e-03)^2 / (0.100 - 1.259e-03) = 1.605e-05，約 1.61 x 10^-5。電離度 = 1.259e-03 / 0.100 x 100% = 1.26%。弱酸只部分電離，[H(+)] 遠低於酸濃度，故 pH 遠高於同濃度強酸。

20. 20 cm3 的 0.050 M 草酸（H2C2O4，二元酸）用 0.100 M 氫氧化鈉滴定。求完全中和所需的鹼液體積（cm3），並寫出化學方程式。

答案：方程式：H2C2O4 + 2NaOH -> Na2C2O4 + 2H2O。草酸莫爾數 = 0.050 x 0.0200 = 0.00100 mol；所需 NaOH = 2 x 0.00100 = 0.00200 mol；體積 = 0.00200 / 0.100 = 0.0200 dm3 = 20.0 cm3。

第六部分 有機化學基礎

寫出計算步驟，答案取三位有效數字。

21. 某有機化合物含碳 40.0%、氫 6.67%、氧 53.33%（質量百分比），相對分子質量為 180。求實驗式與分子式。

答案：莫爾比 C:H:O = 40.0/12 : 6.67/1 : 53.33/16 = 3.333 : 6.67 : 3.333 = 1 : 2 : 1，故實驗式為 CH2O（式量 30）。分子量 180 / 30 = 6，分子式為 C6H12O6。

22. 0.050 mol 丙烯（C3H6）完全燃燒。求生成二氧化碳的莫爾數，以及在室溫常壓下的體積（摩爾體積 24.0 dm3/mol）。

答案：方程式：2C3H6 + 9O2 -> 6CO2 + 6H2O；每 1 mol C3H6 生成 3 mol CO2。CO2 = 0.050 x 3 = 0.150 mol；體積 = 0.150 x 24.0 = 3.60 dm3。

23. 0.050 mol 某烯烴可使溴水完全褪色。求所需溴的莫爾數及質量（Br = 80.0），並說明反應類型。

答案：烯烴與 Br2 以 1:1 加成：Br2 = 0.050 mol。Br2 相對分子質量 = 2 x 80.0 = 160，質量 = 0.050 x 160.0 = 8.00 g。此為親電加成反應，C=C 雙鍵打開。

24. 以 0.150 mol 乙酸與過量乙醇酯化，理論上可得乙酸乙酯（相對分子質量 88.0）。實驗實際得到 9.68 g，求理論產量及百分產率。

答案：理論產量 = 0.150 x 88.0 = 13.20 g。百分產率 = 實際 / 理論 x 100% = 9.68 / 13.20 x 100% = 73.3%。損失主要來自可逆反應未完全及純化步驟。

TutorZone 中四化學練習卷｜題目與文章為原創，並非任何學校或出版社的教材。