中五化學練習卷：酸鹼與 pH、滴定、氧化還原與電解、反應速率、化學平衡

中五　化學　｜　時限：60 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 24 題

第一部分：酸鹼與 pH（16 分）

須寫出計算式，pH 及 pOH 以兩位小數表示。

1. 0.010 mol dm−3 的氫氯酸（強酸，完全電離）在 298 K 下的 pH 及 pOH 各為多少？
答案：答案：pH = −log(0.010) = 2.00；pOH = 14.00 − 2.00 = 12.00。（評分要點：pH 2 分，pOH 2 分）

2. 把上題溶液加水稀釋 100 倍，求稀釋後溶液的 pH。
答案：答案：新濃度 = 0.010 ÷ 100 = 1.0 × 10⁻⁴ mol dm−3，pH = 4.00。（評分要點：濃度 2 分，pH 2 分）

3. 0.0050 mol dm−3 的氫氧化鉀溶液（強鹼）在 298 K 下的 pOH 及 pH 各為多少？
答案：答案：pOH = −log(0.0050) = 2.30；pH = 14.00 − 2.30 = 11.70。（評分要點：pOH 2 分，pH 2 分）

4. 25.0 cm3 的 0.100 mol dm−3 氫氯酸需用多少體積的 0.050 mol dm−3 氫氧化鈉溶液才能完全中和？
答案：答案：酸的摩爾數 = 0.100 × 0.0250 = 0.0025 mol；鹼與酸以 1 比 1 反應，所需體積 = 0.0025 ÷ 0.050 = 0.0500 dm3，即 50.0 cm3。（評分要點：摩爾數 2 分，體積 2 分）

第二部分：滴定與濃度計算（18 分）

所有摩爾數須以 mol 表示，濃度以 mol dm−3 表示，取三位有效數字。

5. 25.0 cm3 的碳酸鈉溶液用 0.100 mol dm−3 氫氯酸滴定，達終點時用去 24.0 cm3。已知碳酸鈉與氫氯酸以 1 比 2 的摩爾比反應，求碳酸鈉溶液的濃度。
答案：答案：n(HCl) = 0.100 × 0.0240 = 2.40 × 10⁻³ mol；n(Na2CO3) = 2.40 × 10⁻³ ÷ 2 = 1.20 × 10⁻³ mol；濃度 = 1.20 × 10⁻³ ÷ 0.0250 = 0.0480 mol dm−3。（評分要點：n(HCl) 1 分，摩爾比 2 分，濃度 1 分）

6. 承接上題，求該 25.0 cm3 碳酸鈉溶液中所含碳酸鈉的質量。已知碳酸鈉的摩爾質量為 106 g mol−1。
答案：答案：質量 = 1.20 × 10⁻³ × 106 = 0.127 g。（評分要點：摩爾數 2 分，質量 2 分）

7. 1.200 g 含碳酸鈣的樣本加入 50.0 cm3 的 0.500 mol dm−3 氫氯酸（過量），反應後剩餘的酸需用 20.0 cm3 的 0.250 mol dm−3 氫氧化鈉溶液回滴定至終點。求樣本中碳酸鈣的質量分數（摩爾質量 100.1 g mol−1）。
答案：答案：n(HCl) 總量 = 0.500 × 0.0500 = 0.0250 mol；n(NaOH) = 0.250 × 0.0200 = 5.00 × 10⁻³ mol；與碳酸鈣反應的酸 = 0.0250 − 0.0050 = 0.0200 mol；n(CaCO3) = 0.0100 mol；質量 = 0.0100 × 100.1 = 1.001 g；質量分數 = 1.001 ÷ 1.200 × 100% = 83.4%。（評分要點：剩餘酸 1 分，反應酸量 1 分，碳酸鈣摩爾數 1 分，質量與百分數 2 分）

8. 把 10.0 cm3 的 2.00 mol dm−3 強酸溶液加水稀釋至總體積 250.0 cm3。求稀釋後溶液的濃度及其 pH。
答案：答案：濃度 = 2.00 × 10.0 ÷ 250.0 = 0.0800 mol dm−3；強酸完全電離，pH = −log(0.0800) = 1.10。（評分要點：濃度 3 分，pH 2 分）

第三部分：氧化還原與電解（16 分）

法拉第常數取 96 500 C mol−1，氣體摩爾體積取 24.0 dm3 mol−1。

9. 求高錳酸根離子（MnO4−）中錳的氧化數，以及重鉻酸鉀（K2Cr2O7）中鉻的氧化數。
答案：答案：MnO4− 中氧為 −2，錳的氧化數 = −1 − 4(−2) = +7；K2Cr2O7 中鉀為 +1、氧為 −2，鉻的氧化數 = (0 − 2(+1) − 7(−2)) ÷ 2 = +6。（評分要點：錳 2 分，鉻 2 分）

10. 以 2.00 A 的電流通過硫酸銅溶液 30.0 分鐘。求陰極析出銅的質量（銅的摩爾質量 63.5 g mol−1）。
答案：答案：電量 = 2.00 × 1800 = 3600 C；電子摩爾數 = 3600 ÷ 96 500 = 0.0373 mol；銅離子需兩個電子，n(Cu) = 0.0187 mol；質量 = 0.0187 × 63.5 = 1.18 g。（評分要點：電量 1 分，電子摩爾數 1 分，銅摩爾數 1 分，質量 1 分）

11. 若同一電量改為電解水，求陽極產生的氧的摩爾數及在常溫常壓下的體積。
答案：答案：每產生 1 mol 氧需 4 mol 電子，n(O2) = 0.0373 ÷ 4 = 9.33 × 10⁻³ mol；體積 = 9.33 × 10⁻³ × 24.0 = 0.224 dm3，即 224 cm3。（評分要點：電子與氧的摩爾比 2 分，摩爾數 1 分，體積 1 分）

12. 在反應中鐵(II)離子轉化為鐵(III)離子。指出這屬氧化抑或還原，並說明每個離子轉移的電子數目及氧化數的改變。
答案：答案：氧化數由 +2 升至 +3，數值增加，屬氧化；每個離子失去 1 個電子。（評分要點：判斷 2 分，電子數目 1 分，氧化數改變 1 分）

第四部分：反應速率（16 分）

速率單位為 mol dm−3 s−1，須列出公式。

13. 在體積 2.0 dm3 的容器內，某反應物的量由 0.50 mol 減至 0.30 mol，歷時 25 s。求該反應物的平均消耗速率。
答案：答案：濃度變化 = (0.50 − 0.30) ÷ 2.0 = 0.10 mol dm−3；速率 = 0.10 ÷ 25 = 4.0 × 10⁻³ mol dm−3 s−1。（評分要點：濃度變化 2 分，速率 2 分）

14. 某反應的速率在溫度每升高 10 K 時約增加一倍。若溫度由 300 K 升至 330 K，速率約為原來的多少倍？
答案：答案：溫度共升 30 K，即三個 10 K 區間，速率約為原來的 2³ = 8 倍。（評分要點：區間數目 2 分，倍數 2 分）

15. 某反應的活化能為 40 kJ mol−1，加入催化劑後降至 25 kJ mol−1。求活化能下降的百分率，並指出速率會加快抑或減慢。
答案：答案：下降量 = 40 − 25 = 15 kJ mol−1；百分率 = 15 ÷ 40 × 100% = 37.5%；活化能下降使更多粒子具足夠能量，速率加快。（評分要點：下降量 1 分，百分率 2 分，速率方向 1 分）

16. 某反應對反應物 A 屬一級，速率常數為 0.020 s−1。當 A 的濃度為 0.50 mol dm−3 時，求反應初速率；若 A 的濃度加倍，速率變為多少？
答案：答案：速率 = k[A] = 0.020 × 0.50 = 0.010 mol dm−3 s−1；一級反應速率與濃度成正比，濃度加倍後速率為 0.020 mol dm−3 s−1。（評分要點：公式 1 分，初速率 2 分，加倍後速率 1 分）

第五部分：化學平衡（18 分）

平衡常數不帶單位，須寫出平衡常數式。

17. 在 1.0 dm3 的容器中，1.0 mol 氫與 1.0 mol 碘蒸氣反應生成碘化氫。平衡時碘化氫為 1.6 mol。求平衡常數 Kc。

答案：答案：生成 1.6 mol 碘化氫消耗 0.80 mol 氫及 0.80 mol 碘，平衡時各有 0.20 mol，濃度為 0.20 mol dm−3；Kc = $1.6^2 \div (0.20 \times 0.20) = 64$。（評分要點：平衡濃度 2 分，平衡常數式 1 分，數值 1 分）

18. 氮與氫生成氨的反應中，反應物氣體共 4 mol，生成物氣體 2 mol，且反應放熱。若在恒溫下增大壓力，說明平衡移動的方向及對氨產量的影響，並指出 Kc 是否改變。

答案：答案：增大壓力時平衡向氣體摩爾數較少的一方移動，即向生成物方向移動，氨產量增加；溫度不變，Kc 不變。（評分要點：移動方向 2 分，產量影響 1 分，Kc 1 分）

19. 在 2.0 dm3 的容器中，2.0 mol 二氧化硫與 1.0 mol 氧反應生成三氧化硫，平衡時三氧化硫為 1.2 mol。求 Kc。

答案：答案：生成 1.2 mol 三氧化硫消耗 1.2 mol 二氧化硫及 0.60 mol 氧；平衡時二氧化硫 0.80 mol、氧 0.40 mol，濃度分別為 0.40、0.20、0.60 mol dm−3；$K_c = 0.60^2 \div (0.40^2 \times 0.20) = 11.25$。（評分要點：平衡摩爾數 2 分，濃度 1 分，數值 2 分）

20. 承接上題，若在定容下加入催化劑，並另外把溫度升高。分別說明 Kc 會否改變及其原因。

答案：答案：催化劑同時加快正逆反應，只縮短達平衡所需時間，不改變平衡位置，故 Kc 不變；升溫時平衡向吸熱方向移動，該反應放熱，故平衡左移，Kc 減少。（評分要點：催化劑 2 分，升溫方向 2 分，Kc 結論 1 分）

第六部分：綜合應用（16 分）

須列出所用公式及單位，數值取三位有效數字。

21. 某溶液在 298 K 下的 pH 為 3.00。求該溶液的氫離子濃度及氫氧根離子濃度（Kw 取 1.0×10^{-14}）。

答案：答案：$[H^+] = 10^{-3} = 1.0 \times 10^{-3}$ mol dm−3；$[OH^-] = 1.0 \times 10^{-14} \div 1.0 \times 10^{-3} = 1.0 \times 10^{-11}$ mol dm−3。（評分要點：各 2 分）

22. 列出兩種導致酸雨的主要氣體污染物，並各舉一項減少酸雨的措施。

答案：答案：主要污染物為二氧化硫（來自燃燒含硫燃料）及氮氧化物（來自高溫燃燒及汽車廢氣）；措施包括使用低硫燃料或加裝煙氣脫硫裝置，以及汽車加裝催化轉化器或改用公共交通。（評分要點：兩種污染物各 1 分，兩項措施各 1 分）

23. 以 3.00 A 的電流通過硫酸鎳溶液 20.0 分鐘進行電鍍。求陰極鍍上鎳的質量（鎳的摩爾質量 58.7 g mol−1）。

答案：答案：電量 = 3.00 × 1200 = 3600 C；電子摩爾數 = 3600 ÷ 96 500 = 0.0373 mol；鎳離子需兩個電子，n(Ni) = 0.0187 mol；質量 = 0.0187 × 58.7 = 1.09 g。（評分要點：電量 1 分，電子摩爾數 1 分，鎳摩爾數 1 分，質量 1 分）

24. 某工業廢水 25.0 cm3 需用 18.0 cm3 的 0.0200 mol dm−3 氫氧化鈉溶液中和至終點。求廢水中氫離子的摩爾數，以及以氫氯酸表示時廢水中酸的濃度。

答案：答案：$n(NaOH) = 0.0200 \times 0.0180 = 3.60 \times 10^{-4}$ mol，即氫離子摩爾數相同；濃度 = $3.60 \times 10^{-4} \div 0.0250 = 0.0144$ mol dm−3。（評分要點：摩爾數 2 分，一比一摩爾比 1 分，濃度 1 分）