中六化學練習卷：化學平衡與 Kc、電化學與 Nernst 方程、焓變與 Hess 定律、反應動力學、有機合成與聚合物、溶解度與滴定

中六　化學　｜　時限：60 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 24 題

第一部分：化學平衡與平衡常數

氮氣與氫氣在 2.0 dm³ 容器中合成氨，達平衡時。

1. 達平衡時容器內有 0.40 mol N_2 、0.60 mol H_2 及 0.80 mol NH_3 。寫出平衡常數 Kc 的表示式（以 mol dm⁻³ 計算），並求 Kc 的值（2 位有效數字）。

答案：答案：$K_c = [NH_3]^2 / ([N_2][H_2]^3)$。濃度為 0.20、0.30、0.40 mol dm⁻³，故 $K_c = 0.160 / (0.20 \times 0.0270) = 29.6$ mol⁻² dm⁶ 。

2. 假設反應開始時只有 N_2 與 H_2 ，求兩者的初始摩爾數。

答案：答案：生成 0.80 mol NH_3 用去 0.40 mol N_2 及 1.20 mol H_2 ，故初始 N_2 = 0.40 + 0.40 = 0.80 mol，初始 H_2 = 0.60 + 1.20 = 1.80 mol。

3. 在 700 K 時，已知 $K_c = 29.6$ mol⁻² dm⁶ ，求 K_p（以 atm 為壓力單位，R = 0.0821 dm³ atm K⁻¹ mol⁻¹）。

答案：答案：$\Delta n = 2 - 4 = -2$，$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} = 29.6 \times (0.0821 \times 700)^{-2} = 29.6 / 3302.8 = 8.97 \times 10^{-3}$ atm⁻²。

4. 若把容器體積壓縮至 1.0 dm³ 而溫度不變，說明氨的摩爾數有何變化，並解釋原因。

答案：答案：氨的摩爾數增加。體積減半令各氣體濃度上升，反應商小於 Kc，系統向氣體摩爾數較少的一方（生成物，$\Delta n = -2$）移動。

第二部分：電化學與電池電動勢

以標準氫電極作參考，$E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = -0.76$ V，$E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = +0.34$ V。

5. 寫出 Zn/Cu 電池的電池反應，並指出哪一極是負極。

答案：答案：電池反應為 $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$；鋅的電極電勢較低，故鋅為負極（陽極，發生氧化）。

6. 計算該電池在標準狀態下的電動勢 E°_{cell}。

答案：答案：$E^\circ_{cell} = E^\circ$（正極）$- E^\circ$（負極）$= 0.34 - (-0.76) = 1.10$ V。

7. 已知每摩爾反應轉移 2 mol 電子，法拉第常數為 96500 C mol⁻¹，求該反應的標準吉布斯自由能變化（以 kJ mol⁻¹ 表示）。

答案：答案：$\Delta G^\circ = -nFE^\circ = -2 \times 96500 \times 1.10 = -212300$ J mol⁻¹，即 −212.3 kJ mol⁻¹，負值表示反應自發。

8. 若銅離子濃度降至 0.010 mol dm⁻³，其餘條件為標準狀態，求新的電池電動勢（用 0.0592/n 的 Nernst 形式，2 位小數）。

答案：答案：反應商 $Q = [Zn^{2+}]/[Cu^{2+}] = 1/0.010 = 100$，$E = 1.10 - (0.0592/2) \times \log 100 = 1.10 - 0.0592 = 1.04$ V。

第三部分：焓變、鍵焓與 Hess 定律

甲烷燃燒：$CH_4\ (g) + 2O_2\ (g) \rightarrow CO_2\ (g) + 2H_2O\ (l)$。

9. 用鍵焓 C–H 413、O=O 498、C=O 805、O–H 464 kJ mol⁻¹，求此反應的焓變。
答案：答案：斷鍵吸熱 $4\times413 + 2\times498 = 2648$ kJ mol⁻¹；成鍵放熱 $2\times805 + 4\times464 = 3466$ kJ mol⁻¹；$\Delta H = 2648 - 3466 = -818$ kJ mol⁻¹。

10. 改用標準生成焓 $\Delta H_f[CH_4\ (g)] = -74.8$、$\Delta H_f[CO_2\ (g)] = -393.5$、$\Delta H_f[H_2O\ (l)] = -285.8$ kJ mol⁻¹，求焓變。
答案：答案：$\Delta H = [-393.5 + 2(-285.8)] - (-74.8) = -965.1 + 74.8 = -890.3$ kJ mol⁻¹。

11. 解釋兩次計算結果的差異來源。
答案：答案：鍵焓是對同類鍵取平均值，並非針對甲烷的實際鍵能；而生成焓法所用的是水為液態，另涉及水的凝結放熱，故兩者不可能相等。

12. 若要用甲烷把 2.0 kg 水由 25 °C 加熱至 75 °C，加熱效率為 0.60，水比熱容量 4.18 J g⁻¹ K⁻¹，求所需甲烷質量（用 −890.3 kJ mol⁻¹，CH_4 摩爾質量 16.0）。
答案：答案：水需熱 $2000 \times 4.18 \times 50 = 418$ kJ；燃燒需供 $418/0.60 = 696.7$ kJ；摩爾數 $696.7/890.3 = 0.7825$ mol；質量 $0.7825 \times 16.0 = 12.5$ g。

第四部分：反應動力學與活化能

反應 $A + B \rightarrow C$，在恒溫下進行三組實驗（濃度單位 mol dm⁻³，初速單位 mol dm⁻³ s⁻¹）。

13. 實驗 1：[A] = 0.10、[B] = 0.10，初速 2.0×10^{-3}；實驗 2：[A] = 0.20、[B] = 0.10，初速 8.0×10^{-3}；實驗 3：[A] = 0.10、[B] = 0.20，初速 4.0×10^{-3}。求各反應物的級數。
答案：答案：比較實驗 1 與 2，[A] 加倍而速率變 4 倍，故對 A 為二級；比較實驗 1 與 3，[B] 加倍而速率變 2 倍，故對 B 為一級。

14. 寫出速率方程並求速率常數 k 的值及單位。
答案：答案：速率 $= k[A]^2[B]$；$k = 2.0 \times 10^{-3} / (0.10^2 \times 0.10) = 2.0$ dm⁶ mol⁻² s⁻¹。

15. 求 [A] = 0.30 mol dm⁻³、[B] = 0.050 mol dm⁻³ 時的初速。
答案：答案：速率 $= 2.0 \times 0.090 \times 0.050 = 9.0 \times 10^{-3}$ mol dm⁻³ s⁻¹。

16. 在 300 K 時 k = 2.0，活化能為 50 kJ mol⁻¹，R = 8.314 J K⁻¹ mol⁻¹，求 310 K 時的 k（3 位有效數字）。
答案：答案：$\ln(k_2/k_1) = -(50000/8.314)(1/310 - 1/300) = 0.647$，故 $k_2 = 2.0 \times e^{0.647} = 3.82$。

第五部分：有機合成與聚合物

一種只含碳、氫、氧的有機化合物，元素百分組成為碳 40.0、氫 6.7、氧 53.3。

17. 求該化合物的實驗式。
答案：答案：摩爾比 C : H : O = 40.0/12 : 6.7/1 : 53.3/16 = 3.33 : 6.7 : 3.33 = 1 : 2 : 1，實驗式為 CH_2O。

18. 若摩爾質量為 180 g mol⁻¹，求分子式。

答案：答案：實驗式質量為 30，180/30 = 6，故分子式為 $C_6H_{12}O_6$。

19. 乙醇與乙酸的酯化反應 Kc = 4.0。取 0.10 mol 乙醇與 0.10 mol 乙酸在 1.0 dm³ 中反應，求平衡時酯的摩爾數。

答案：答案：設酯為 x mol，則 $x^2/(0.10-x)^2 = 4.0$，取正根得 $x/(0.10-x) = 2$，故 x = 0.0667 mol。

20. 乙酸乙酯的摩爾質量為 88.0 g mol⁻¹，求上題所得的酯質量；並指出此反應屬於哪一類聚合的單體來源。

答案：答案：質量 = 0.0667 × 88.0 = 5.87 g。羧酸與醇可進行縮合聚合，生成聚酯。

第六部分：溶度積與酸鹼滴定

已知 298 K 時 Ksp(AgCl) = 1.8×10^{-10}，AgCl 摩爾質量 143.4 g mol⁻¹。

21. 求 AgCl 在純水中的溶解度（mol dm⁻³）。

答案：答案：設溶解度為 s，$K_{sp} = s^2 = 1.8 \times 10^{-10}$，故 $s = 1.34 \times 10^{-5}$ mol dm⁻³。

22. 把上題溶解度換算為 g dm⁻³。

答案：答案：$1.34 \times 10^{-5} \times 143.4 = 1.92 \times 10^{-3}$ g dm⁻³。

23. 求 AgCl 在 0.010 mol dm⁻³ NaCl 溶液中的溶解度，並說明與純水比較的變化。

答案：答案：同離子效應下令 $[Cl^-]$ 固定為 0.010，故 $s = K_{sp}/0.010 = 1.8 \times 10^{-8}$ mol dm⁻³，比純水低約三個數量級。

24. 用 0.0500 mol dm⁻³ 硫酸滴定 25.0 cm³ 的 0.100 mol dm⁻³ 氫氧化鈉。求達中和點所需硫酸體積，並求該 NaOH 溶液的 pH（log 2 = 0.301）。

答案：答案：NaOH 摩爾數 = 2.50×10^{-3}，硫酸需 1.25×10^{-3} mol，體積 = $1.25 \times 10^{-3}/0.0500 = 0.0250$ dm³ 即 25.0 cm³。pOH = −log 0.050 = 1.30，pH = 12.70。

TutorZone 中六化學練習卷｜題目與文章為原創，並非任何學校或出版社的教材。