中五化學練習卷：反應速率、化學平衡與酸鹼滴定

中五（S5）　化學　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 12 題

甲部：反應速率（30 分）

甲部

1. 1. 在 25 °C 下進行反應 A → 產物，測得 A 的濃度由 0.80 mol dm⁻³ 降至 0.50 mol dm⁻³ 需時 60 s。(a) 求該時段內 A 的平均消耗速率；(b) 若速率維持不變，再過 40 s 後 A 的濃度為多少？（6 分）

答案：1. (a) 平均速率 = Δ[A]/Δt = (0.80 − 0.50)/60 = 0.30/60 = 5.0e-03 mol dm⁻³ s⁻¹（3 分）；(b) 再過 40 s，[A] = 0.50 − 5.0e-03 × 40 = 0.30 mol dm⁻³（3 分）。

評分要點：速率必須帶正號並寫單位；用 (0.80 − 0.50) 次序倒轉得負值扣 1 分。

2. 2. 某分解反應為一級反應，其半衰期為 25.0 min。(a) 求速率常數 k（單位 min⁻¹）；(b) 反應物濃度降至原來的八分之一需時多久？（7 分）

答案：2. (a) 一級反應 t½ = ln2 / k，故 k = 0.693/25.0 = 0.0277 ≈ 0.028 min⁻¹（4 分）；(b) 濃度降至 1/8 需 3 個半衰期，t = 3 × 25.0 = 75.0 min（3 分）。

評分要點：只寫「3 個半衰期」而無時間者得 1 分；用 k 代入 積分式求得同值亦給滿分。

3. 3. 就反應 aA + bB → 產物，測得下列初速率數據（速率單位 mol dm⁻³ s⁻¹）：實驗(1) [A] = 0.10、[B] = 0.10、速率 2.0 × 10⁻³；實驗(2) [A] = 0.10、[B] = 0.20、速率 8.0 × 10⁻³；實驗(3) [A] = 0.20、[B] = 0.10、速率 4.0 × 10⁻³。(a) 求對 A 及對 B 的反應級數；(b) 寫出速率方程；(c) 求速率常數 k 及其單位。（8 分）

答案：3. (a) 比較實驗(1)與(2)：[A] 不變、[B] 加倍，速率由 2.0 × 10⁻³ 升至 8.0 × 10⁻³（4 倍），故對 B 為二級；比較(1)與(3)：[B] 不變、[A] 加倍，速率加倍，故對 A 為一級（3 分）；(b) 速率 = k[A][B]²（2 分）；(c) k = 2.0 × 10⁻³/(0.10 × 0.10²) = 2.0，單位 dm⁶ mol⁻² s⁻¹（3 分）。

評分要點：級數必須由數據比值推導；只寫答案不寫比較過程最多 1 分。

4. 4. 某反應的速率在溫度每升高 10 K 時約增加一倍。溫度由 300 K 升至 330 K。(a) 求 330 K 時的速率是 300 K 的多少倍；(b) 若 300 K 時 k = 3.0 × 10⁻⁴ s⁻¹，求 330 K 時的 k；(c) 以碰撞理論解釋升溫使速率增加的原因。（9 分）

答案：4. (a) 每升 10 K 速率 ×2，30 K 共 3 段，故 330 K 速率為 300 K 的 2³ = 8 倍（3 分）；(b) k(330 K) = 3.0 × 10⁻⁴ × 8 = 2.4e-03 s⁻¹（3 分）；(c) 升溫使分子平均動能上升，能量 ≥ 活化能的分子比例大幅增加，同時碰撞頻率略增，故有效碰撞數目顯著上升（3 分）。

評分要點：(c) 必須同時提及「活化能」與「有效碰撞」，缺一扣 1 分。

乙部：化學平衡（30 分）

乙部

5. 5. 在 2.0 dm³ 的密閉容器中，0.50 mol N_2O_4 分解至平衡：$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$。平衡時容器內 N_2O_4 餘 0.20 mol。(a) 求平衡時 NO_2 的物質的量；(b) 求平衡常數 Kc（附單位）。（6 分）

答案：5. (a) 已分解的 N_2O_4 = 0.50 − 0.20 = 0.30 mol，按計量比 1 : 2，$n(NO_2)$ = 2 × 0.30 = 0.60 mol（3 分）；(b) $[N_2O_4]$ = 0.20/2.0 = 0.10、$[NO_2]$ = 0.60/2.0 = 0.30 mol dm⁻³，$K_c = 0.30^2/0.10 = 0.90$ mol dm⁻³（3 分）。

評分要點：忘記除以體積 2.0 dm³ 者 (b) 全錯 0 分；Kc 單位錯扣 1 分。

6. 6. 在 700 K 時，$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ 的 $K_c = 54$。在 1.0 dm³ 容器中混合 0.10 mol H_2、0.10 mol I_2 及 0.20 mol HI。(a) 求反應商 Qc；(b) 判斷淨反應的方向並加以說明。（7 分）

答案：6. (a) $Q_c = [HI]^2/([H_2][I_2]) = 0.20^2/(0.10 \times 0.10) = 4.0$（4 分）；(b) $Q_c = 4.0 < K_c = 54$，反應尚未達平衡，淨反應向正方向（生成 HI）進行，直至 Qc 增至 54（3 分）。

評分要點：只答「向右」而無 Qc 與 Kc 比較者得 1 分。

7. 7. 在 1.0 dm³ 容器中，1.0 mol H_2 與 1.0 mol I_2 反應至平衡，平衡時 HI 為 1.50 mol。(a) 求平衡時 H_2 及 I_2 的濃度；(b) 求 Kc。（8 分）

答案：7. (a) 生成 1.50 mol HI 需消耗 0.75 mol H_2 及 0.75 mol I_2，故平衡時 $[H_2] = [I_2] = 1.0 - 0.75 = 0.25$ mol dm⁻³（4 分）；(b) $K_c = 1.50^2/(0.25 \times 0.25) = 36.0$（4 分）。

評分要點：以「起始 − 變化 + 平衡」表列（ICE 表）作答者，即使計錯數亦給 2 分方法分。

8. 8. 工業合成氨：$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$，$\Delta H = -92$ kJ mol⁻¹。實驗顯示 400 °C 時轉化率為 78%，500 °C 時為 62%。(a) 求轉化率的相對下降百分比；(b) 以勒沙特列原理解釋溫度對產率的影響；(c) 工業上仍採用約 450 °C 操作，試加解釋。（9 分）

答案：8. (a) 相對下降 = (78 − 62)/78 × 100% = 20.5%（3 分）；(b) 正反應為放熱（$\Delta H < 0$），升高溫度使平衡向吸熱方向（逆反應）移動，NH_3 產率因而下降（3 分）；(c) 450 °C 是速率與產率的折衷：溫度太低雖有利平衡，但反應速率過慢且鐵催化劑活性不足，故工業上採用中等溫度配合高壓（3 分）。

評分要點：(c) 必須指出「速率 / 催化劑」與「產率」的取捨，只寫「折衷」得 1 分。

丙部：酸鹼與滴定（40 分）

丙部

9. 9. 求 25 °C 時 0.020 mol dm⁻³ HCl(aq) 的 pH（假設完全電離），並說明所用假設。（8 分）

答案：9. HCl 為強酸，完全電離，故 $[H^+] = [HCl] = 0.020$ mol dm⁻³（2 分）；$pH = -\log(0.020) = 1.70$（4 分）；假設：水自身電離貢獻可忽略、活度係數取 1（2 分）。

評分要點：答案取 1.70 或 1.7 均可；用 $pH = -\log(0.02)$ 直接得 1.70 而無說明者得 6 分。

10. 10. 0.10 mol dm⁻³ 弱酸 HA 在 25 °C 的 $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$。(a) 求 $[H^+]$；(b) 求 pH；(c) 求 HA 的電離度（以百分比表示）。（9 分）

答案：10. (a) $K_a = [H^+]^2/[HA]$，$[H^+] = \sqrt{(1.8 \times 10^{-5} \times 0.10)} = 1.34\text{e-}03$ mol dm⁻³（3 分，答 1.34×10^{-3} 亦接受）；(b) $pH = -\log(1.34\text{e-}03) = 2.87$（3 分）；(c) 電離度 = 1.34e-03/0.10 × 100% = 1.34%（3 分）。

評分要點：必須先假設 $x \ll 0.10$ 才能用簡式；若用二次式解得同值不扣分。

11. 11. 緩衝溶液由 0.10 mol dm⁻³ HA（pKa = 4.76）與 0.050 mol dm⁻³ NaA 等體積混合配成。(a) 求該溶液的 pH；(b) 解釋加入少量 NaOH 後 pH 大致不變的原因。（11 分）

答案：11. (a) 等體積混合後濃度同比例變化，比值不變，[A⁻]/[HA] = 0.050/0.10 = 0.50；pH = pKa + log(0.50) = 4.76 − 0.30 = 4.46（6 分）；(b) 加入的 OH⁻ 與 HA 反應生成 A⁻，[HA] 略減而 [A⁻] 略增，兩者比值變化極小，故 pH 幾乎不變（5 分）。

評分要點：(a) 忘記取對數或把比值倒轉者扣 3 分；(b) 必須寫出中和反應式方得滿分。

12. 12. 用 0.100 mol dm⁻³ NaOH 滴定 20.0 cm³ 未知濃度的 HCl，達終點時用去 25.0 cm³ NaOH。(a) 求被中和的 NaOH 物質的量；(b) 求 HCl 的濃度；(c) 若改用 0.050 mol dm⁻³ NaOH，達終點需用多少體積？（12 分）

答案：12. (a) n(NaOH) = 0.100 × 25.0/1000 = 2.50e-03 mol（4 分）；(b) HCl + NaOH → NaCl + H₂O，1 : 1，故 n(HCl) = 2.50e-03 mol，[HCl] = 2.50e-03/0.0200 = 0.125 mol dm⁻³（4 分）；(c) 濃度減半而物質的量不變，體積加倍：V = 2.50e-03/0.050 × 1000 = 50.0 cm³（4 分）。

評分要點：未寫 1 : 1 計量關係而直接代入者扣 2 分；體積單位用 dm³ 而未換算扣 1 分。

TutorZone 中五（S5）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。