中四化學練習卷：原子結構與同位素、離子鍵與共價鍵、莫耳數與氣體體積、溶液濃度與滴定、燃燒反應與焓變、酸鹼與 pH

中四　化學　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 24 題

第 1 題 — 原子結構與同位素（16 分）

元素 Q 的質子數為 12。自然界中 Q 有三種同位素，豐度如下：Q-24 佔 78.99%、Q-25 佔 10.00%、Q-26 佔 11.01%。

1. 寫出 Q-25 原子中的質子數目、中子數目和電子數目。
答案：質子 12、中子 13、電子 12。

2. 計算 Q 的相對原子質量，答案準確至兩位小數（須顯示算式）。
答案：相對原子質量 = (24 × 78.99 + 25 × 10.00 + 26 × 11.01) / 100 = 24.32。

3. 解釋為何 Q 的三種同位素化學性質完全相同。
答案：化學性質由最外層電子數目決定；三種同位素的電子排布均為 2, 8, 2，最外層同為 2 個電子，中子的數目不同不影響化學反應。

4. 寫出 Q 原子的電子排布，並指出 Q 所屬的族和週期。
答案：電子排布 2, 8, 2；最外層 2 個電子，屬第 II 族、第 3 週期。

第 2 題 — 離子鍵、共價鍵與結構（16 分）

考慮氯化鈉（NaCl）、水（H2O）、氧化鎂（MgO）和石墨四種物質。

5. 分別指出 NaCl 和 H2O 中存在的化學鍵類型。
答案：NaCl 為離子鍵（由 Na+ 與 Cl- 靜電吸引形成）；H2O 為共價鍵（原子間共用電子對）。

6. 解釋為何 NaCl 的熔點遠高於 H2O。
答案：NaCl 是離子晶體，熔化要克服整個離子晶格中大量強靜電引力；H2O 是簡單分子物質，熔化只需克服分子間微弱的範德華力（及氫鍵），故熔點低得多。

7. 鎂（質子數 12）與氧（質子數 8）反應生成氧化鎂。寫出鎂離子和氧離子的電子排布，並說明電子轉移的數目。
答案：鎂原子 2, 8, 2 失去 2 個電子成 Mg2+（2, 8）；氧原子 2, 6 得到 2 個電子成 O2-（2, 8）；每個鎂原子轉移 2 個電子給 1 個氧原子。

8. 石墨能導電，但鑽石不能。以結構解釋原因。
答案：石墨中每個碳原子與另外 3 個碳原子形成共價鍵，剩下 1 個離域電子可在層內自由移動，故能導電；鑽石中每個碳原子與 4 個碳原子形成共價鍵，沒有自由電子，故不導電。

第 3 題 — 莫耳數與氣體摩爾體積（18 分）

在室溫常壓下，氣體的摩爾體積為 24.0 dm3/mol。相對原子質量：C = 12.0、O = 16.0、Mg = 24.3、H = 1.0。亞佛加德羅常數 = 6.02 × 10^23 /mol。

9. 計算 4.4 g 二氧化碳（CO2）的莫耳數（須顯示算式）。
答案：摩爾質量 = 44.0 g/mol；莫耳數 = 4.4 / 44.0 = 0.100 mol。

10. 求該 4.4 g 二氧化碳中的分子數目和原子總數。
答案：分子數目 = 0.100 × 6.02 × 10^23 = 6.02 × 10^22；每分子有 3 個原子，原子總數 = 3 × 6.02 × 10^22 = 1.806 × 10^23。

11. 求該 4.4 g 二氧化碳在室溫常壓下的體積。
答案：體積 = 0.100 × 24.0 = 2.40 dm3。

12. 12.0 g 鎂與足量稀鹽酸反應，寫出配平化學方程式，並計算生成氫氣的質量和在室溫常壓下的體積。
答案：Mg + 2HCl → MgCl2 + H2；鎂莫耳數 = 12.0 / 24.3 = 0.494 mol；氫氣莫耳數 = 0.494 mol；質量 = 0.494 × 2.0 = 0.988 g；體積 = 0.494 × 24.0 = 11.9 dm3。

第 4 題 — 溶液濃度、稀釋與酸鹼滴定（18 分）

把 5.85 g 氯化鈉（NaCl，摩爾質量 58.5 g/mol）溶於水，配成 250.0 cm3 溶液。另有一瓶 0.100 mol/dm3 氫氧化鈉溶液和一瓶 0.0500 mol/dm3 硫酸溶液。

13. 計算所配氯化鈉溶液的濃度（mol/dm3），須顯示算式。
答案：莫耳數 = 5.85 / 58.5 = 0.100 mol；體積 = 250.0 cm3 = 0.250 dm3；濃度 = 0.100 / 0.250 = 0.400 mol/dm3。

14. 取 25.0 cm3 上述溶液加水稀釋至 250.0 cm3，求稀釋後溶液的濃度。
答案：稀釋前後莫耳數不變：0.400 × 0.0250 = c × 0.250，c = 0.0400 mol/dm3（稀釋 10 倍，濃度變為十分一）。

15. 以 0.0500 mol/dm3 硫酸滴定 25.0 cm3 的 0.100 mol/dm3 氫氧化鈉溶液至完全中和。寫出配平方程式，並計算所需硫酸的體積（cm3）。
答案：2NaOH + H2SO4 → Na2SO4 + 2H2O；NaOH 莫耳數 = 0.100 × 0.0250 = 0.00250 mol；硫酸莫耳數 = 0.00250 / 2 = 0.00125 mol；體積 = 0.00125 / 0.0500 = 0.0250 dm3 = 25.0 cm3。

16. 說明滴定為何要重複進行三次並取平均體積，以及滴定管為何要先用滴定液沖洗。
答案：重複滴定可減少隨機誤差，取平均體積令結果更可靠；滴定管先用滴定液沖洗可避免殘留的水稀釋滴定液，令濃度改變而使結果偏低或偏高。

第 5 題 — 燃燒反應與焓變（16 分）

丙烷（C3H8，摩爾質量 44.0 g/mol）是完全燃燒的燃料。實驗中 0.500 mol 丙烷完全燃燒，放出 1 110 kJ 熱能。

17. 寫出丙烷完全燃燒的配平化學方程式。
答案：C3H8 + 5O2 → 3CO2 + 4H2O。

18. 22.0 g 丙烷完全燃燒，計算所需氧氣的質量及生成二氧化碳的質量。

答案：丙烷莫耳數 = 22.0 / 44.0 = 0.500 mol；氧氣莫耳數 = 5 × 0.500 = 2.50 mol；氧氣質量 = 2.50 × 32.0 = 80.0 g；二氧化碳莫耳數 = 3 × 0.500 = 1.50 mol；質量 = 1.50 × 44.0 = 66.0 g。

19. 求丙烷的燃燒焓變（kJ/mol），並寫出附正負號的答案。

答案：每莫耳放熱 = 1 110 / 0.500 = 2 220 kJ；燃燒為放熱反應，ΔHc = -2 220 kJ/mol。

20. 解釋為何實驗測得的放熱量通常小於理論值（舉出兩個原因）。

答案：部分熱能散失到周圍環境；燃燒可能不完全，產生一氧化碳和碳粒而釋放的熱較少。

第 6 題 — 強酸強鹼與 pH（16 分）

現有 0.0100 mol/dm3 鹽酸和 0.0100 mol/dm3 氫氧化鈉溶液，兩者均為強電解質，在 25 °C 下完全電離。

21. 計算 0.0100 mol/dm3 鹽酸溶液的 pH。

答案：鹽酸完全電離，[H+] = 0.0100 mol/dm3；pH = -log(0.0100) = 2.00。

22. 計算 0.0100 mol/dm3 氫氧化鈉溶液的 pH。

答案：氫氧化鈉完全電離，[OH-] = 0.0100 mol/dm3；pOH = 2.00；pH = 14.00 - 2.00 = 12.00。

23. 把上述兩種溶液分別稀釋 10 倍，求稀釋後各自的 pH。

答案：鹽酸稀釋後 [H+] = 0.00100 mol/dm3，pH = 3.00；氫氧化鈉稀釋後 [OH-] = 0.00100 mol/dm3，pOH = 3.00，pH = 11.00。

24. 解釋為何把強酸不斷稀釋，pH 只會趨近 7 而不會超過 7。

答案：稀釋令 [H+] 下降，pH 上升；但水本身會電離出 H+（約 1 × 10^-7 mol/dm3），即使酸被無限稀釋，溶液中 H+ 濃度仍略高於純水，故 pH 趨近 7 而不會大於 7。

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。