中四化學練習卷：化學鍵、結構與性質

中四　化學　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 22 題

甲部　第 1 題：離子鍵與電子轉移

本題只考慮主族元素。電子排布用逗號分隔各層電子數目。

1.　(a)　鈉的原子序為 11，氯的原子序為 17。寫出鈉原子與氯原子的電子排布，並說明兩者形成離子時電子如何轉移。

答案：答案：鈉原子排布 2,8,1；氯原子排布 2,8,7。鈉原子失去 1 個電子成為 Na^+，排布變為 2,8；氯原子得到 1 個電子成為 Cl^-，排布變為 2,8,8。評分：兩個原子排布各 1 分，轉移方向與數目 1 分，兩個離子排布各 0.5 分。

2.　(b)　鎂的原子序為 12，氧的原子序為 8。寫出 Mg^{2+} 與 O^{2-} 的電子排布，並解釋氧化鎂的實驗式為何是 MgO。

答案：答案：鎂原子排布 2,8,2，失去 2 個電子成 Mg^{2+}，排布 2,8；氧原子排布 2,6，得到 2 個電子成 O^{2-}，排布 2,8。每個鎂離子帶 2 單位正電荷，每個氧離子帶 2 單位負電荷，一比一配對即電荷抵消，故實驗式為 MgO。評分：兩個離子排布各 1 分，電荷抵消說明 1.5 分，實驗式 0.5 分。

3.　(c)　鋁離子為 Al^{3+}，氧離子為 O^{2-}。求氧化鋁實驗式中兩種離子的數目比，寫出實驗式，並核對總電荷。

答案：答案：正負電荷的最小公倍數為 6，故鋁離子需 2 個、氧離子需 3 個，數目比 2:3，實驗式 Al_2O_3。核對：總正電荷 $2\times(+3)=+6$，總負電荷 $3\times(-2)=-6$，相加為零。評分：最小公倍數 1 分，數目比 1 分，實驗式 1 分，電荷核對 1 分。

4.　(d)　氧化鎂的熔點約 2852 °C，氯化鈉的熔點約 801 °C。兩者都是離子化合物。解釋熔點差異。

答案：答案：氧化鎂的離子帶 2 單位電荷（Mg^{2+} 與 O^{2-}），氯化鈉的離子只帶 1 單位電荷；離子電荷越高，離子鍵越強，晶格能越大，熔點越高。此外鎂離子與氧離子的半徑較小，離子間距短，吸引力亦較強。評分：電荷比較 1 分，離子鍵強弱與晶格能 1 分，半徑因素 1 分。

乙部　第 2 題：共價鍵與電子計數

價電子數按族數計算：氫為 1，碳為 4，氮為 5，氧為 6。

5.　(a)　水分子中，氧與每個氫各形成一個單鍵。求水分子的價電子總數、成鍵電子數與孤對電子數。

答案：答案：價電子總數 $=1\times2+6=8$；成鍵電子 $=2$ 個單鍵 $\times\,2=4$；孤對電子 $=8-4=4$，即氧上 2 對孤對。評分：價電子 1 分，成鍵電子 1 分，孤對數目與位置 1 分。

6.　(b)　二氧化碳分子中，碳與每個氧各形成一個雙鍵。求價電子總數、成鍵電子數與孤對數目。

答案：答案：價電子總數 $=4+6\times2=16$；成鍵電子 $=2$ 個雙鍵 $\times\,4=8$；孤對電子 $=16-8=8$，即 4 對，每個氧上 2 對。評分：價電子 1 分，雙鍵電子計法 1.5 分，孤對數目 1.5 分。

7.　(c)　氮分子中兩個氮原子形成一個三鍵。求價電子總數、成鍵電子數與孤對電子數。

答案：答案：價電子總數 $=5\times2=10$；成鍵電子 $=3$ 個鍵對 $\times\,2=6$；孤對電子 $=10-6=4$，即每個氮上 1 對。評分：價電子 1 分，三鍵電子 1 分，孤對 1 分。

8. （d）二氧化碳與水分子都含極性鍵。解釋為何二氧化碳分子沒有淨偶極，而水分子有淨偶極。

答案：答案：二氧化碳為直線形，兩個碳氧鍵的偶極方向相反、大小相等，向量相加為零，故無淨偶極；水分子為彎曲形，兩條氫氧鍵的夾角約 104.5°，兩個鍵偶極不能互相抵消，向量相加得淨偶極，氧端帶部分負電荷。評分：二氧化碳直線形與抵消 1.5 分，水彎曲形 1 分，淨偶極方向 1.5 分。

丙部　第 3 題：巨型結構與性質

比較性質時要指明結構類型與粒子間的吸引力種類。

9. （a）鑽石與石墨都由碳原子組成，但石墨能導電而鑽石不能，石墨亦較軟。解釋這兩個差異。

答案：答案：鑽石中每個碳原子與另外 4 個碳原子以共價鍵相連，形成三維網狀結構，所有價電子都參與成鍵，沒有可移動的電子，故不導電，而且鍵網堅硬。石墨中每個碳原子只與 3 個碳原子成鍵，形成平面六角層，第四個價電子在層間離域，可自由移動，故能導電；層與層之間只有微弱的分子間引力，層容易滑動，故石墨較軟。評分：鑽石四鍵與無自由電子 1.5 分，石墨離域電子與導電 1.5 分，層間滑動與硬度 1 分。

10. （b）二氧化硅的熔點約 1710 °C，二氧化碳的昇華溫度約 -78 °C。兩者的化學式相似。解釋熔點的巨大差異。

答案：答案：二氧化硅是巨型共價結構，每個硅原子與 4 個氧原子成鍵，每個氧原子與 2 個硅原子成鍵，整塊晶體是一個連續的共價網絡，熔化時要斷開大量強共價鍵，故熔點很高。二氧化碳是簡單分子結構，分子內雖有極性共價鍵，但分子之間只有微弱的分子間引力，熔化或昇華只需克服這些弱引力，故溫度很低。評分：二氧化硅結構與斷鍵 2 分，二氧化碳簡單分子結構 1 分，克服分子間引力 1 分。

11. （c）鑽石中每個碳原子與 4 個碳原子成鍵；石墨中每個碳原子與 3 個碳原子成鍵，而每條鍵由兩個原子共用。求石墨中「每原子分得的鍵數」，並計算鑽石與石墨每原子鍵數之比。

答案：答案：石墨每原子分得的鍵數 = 3 ÷ 2 = 1.5；鑽石每原子鍵數 = 4（鍵數與原子數之比為 2:1，每原子分得 4 條）。比值 = 4 ÷ 1.5 = 2.667。評分：除以二的理由 1.5 分，石墨數值 1 分，鑽石數值 0.5 分，比值 1 分。

丁部　第 4 題：金屬鍵、密度與合金

計算題須寫出公式、代入與單位。

12. （a）說明固態金屬為何能導電，而固態離子化合物不能。

答案：答案：金屬中價電子離域，形成自由電子海，在整個金屬晶格中可自由移動；接上電源時這些電子定向流動，故能導電。固態離子化合物中，離子被靜電引力固定在晶格位置，不能移動；雖然離子帶電，但沒有可移動的帶電粒子，故不導電。評分：金屬自由電子 1.5 分，離子固定於晶格 1.5 分。

13. （b）說明金屬具有延展性（可錘成薄片）的原因。

答案：答案：金屬鍵沒有方向性，金屬離子與自由電子之間的吸引力在各方向相同；受外力時，一層金屬離子可以在另一層上滑動到新位置，滑動後仍被自由電子包圍，金屬鍵不會斷裂，故金屬能變形而不碎裂。評分：金屬鍵無方向性 1.5 分，層滑動後仍保持鍵合 1.5 分。

14. （c）一塊邊長 2 cm 的立方金屬樣本質量為 54 g。求其密度，並判斷它是否鋁（鋁的密度為 2.7 g/cm³），同時求兩者密度的比值。

答案：答案：體積 = 2³ = 8 cm³；密度 = 質量 ÷ 體積 = 54 ÷ 8 = 6.75 g/cm³。比值 = 6.75 ÷ 2.7 = 2.5，樣本密度是鋁的 2.5 倍，故不是鋁。評分：體積 1 分，密度公式與數值 1.5 分，單位 0.5 分，判斷與比值 1 分。

15. （d）黃銅是銅與鋅的合金，硬度比純銅高。以金屬結構解釋原因。

答案：答案：純銅的原子大小相同，排列成規則層狀，受力時層與層容易滑動，故較軟。黃銅中鋅原子的大小與銅原子不同，取代部分銅原子後，層的規則性被破壞，原子層不易滑過彼此，滑動受阻，故硬度提高。評分：純銅層滑動 1.5 分，不同大小原子阻礙滑動 2 分，結論 0.5 分。

戊部　第 5 題：化學式質量與莫耳計算

相對原子質量：H 1、C 12、O 16、Al 27、S 32、Ca 40。亞佛加德羅常數取 6.02×10^{23}。

16. （a）求碳酸鈣 $CaCO_3$ 的化學式質量。

答案：答案：化學式質量 $= 40 + 12 + 16 \times 3 = 40 + 12 + 48 = 100$。評分：原子數目正確 2 分，乘法 1 分，總和與單位 1 分。

17. （b）求硫酸鋁 $Al_2(SO_4)_3$ 的化學式質量，並指出其中氧原子的總數。

答案：答案：括號內硫酸根質量 $= 32 + 16 \times 4 = 96$；三個硫酸根 $= 96 \times 3 = 288$；兩個鋁原子 $= 27 \times 2 = 54$；化學式質量 $= 54 + 288 = 342$。氧原子總數 $= 4 \times 3 = 12$。評分：硫酸根質量 2 分，乘以三 1 分，鋁部分 1 分，總和與氧原子數 1 分。

18. （c）取 20 g 碳酸鈣。求其莫耳數，以及所含化學式單位的數目（以 10^{23} 為單位表示）。

答案：答案：莫耳數 = 質量 ÷ 化學式質量 $= 20 \div 100 = 0.2$ mol；化學式單位數目 $= 0.2 \times 6.02 \times 10^{23} = 1.204 \times 10^{23}$。評分：莫耳公式 2 分，莫耳數值 1 分，乘以常數 1 分，數值與單位 1 分。

19. （d）取 0.25 mol 硫酸鋁。求其質量，以及其中鋁元素的質量百分率（準確至小數後一位）。

答案：答案：質量 $= 0.25 \times 342 = 85.5$ g；鋁的質量 $= 2 \times 27 = 54$，百分率 $= 54 \div 342 \times 100 = 15.8\%$。評分：質量計算 2.5 分，鋁的總質量 1.5 分，百分率算式 1 分，答案與百分號 1 分。

己部　第 6 題：結構與性質綜合應用

作答時須引用題目提供的數據，並說明所判斷的結構類型。

20. （a）物質 X 為白色固體，無氣味，溶於水後溶液能導電，熔點約 801 °C，固態 X 不導電。判斷 X 屬於哪一類結構，並解釋以上每一項觀察。

答案：答案：X 是離子化合物，具有巨型離子晶格。熔點高是因為熔化要克服大量強靜電引力；固態不導電是因為離子固定在晶格位置不能移動；溶於水後離子脫離晶格、可自由移動，故溶液導電；白色無氣味符合典型鹽類，離子化合物不會以分子形式揮發。評分：結構判斷 2 分，熔點解釋 2 分，固態與溶液導電對比 3 分，外觀說明 1 分。

21. （b）物質 A 熔點約 1710 °C，不溶於水，硬度極高，固態與液態均不導電。物質 B 在約 -78 °C 直接變成氣體，不導電。分別判斷 A 與 B 的結構類型，並解釋兩者熔沸點的巨大差異。

答案：答案：A 是巨型共價結構，例如二氧化硅：每個原子都以強共價鍵連接成三維網絡，沒有自由離子或自由電子，故不導電，熔化要斷開大量共價鍵，故熔點極高且硬度大。B 是簡單分子結構，例如二氧化碳：分子內是共價鍵，但分子之間只有微弱分子間引力，加熱只需克服這些弱引力，故在很低溫度就昇華。評分：A 結構與解釋 3 分，B 結構與解釋 3 分，比較「斷共價鍵」與「克服分子間引力」3 分。

22. （c）實驗室有兩瓶無標籤的白色固體，一瓶是離子化合物，另一瓶是簡單分子化合物。只用熔點測試與導電性測試，說明如何分辨兩者，並解釋固態離子化合物與其熔融態導電性的差別。

答案：答案：先測熔點：離子化合物的熔點通常較高（數百至過千 °C），簡單分子化合物熔點很低，往往在加熱時已熔化或昇華。再測導電性：固態兩者都不導電；把樣本加熱至熔融後，離子化合物的熔融態能導電，簡單分子化合物的熔融態仍不導電。原因是固態離子被靜電引力固定在晶格中，熔融後晶格瓦解，離子可自由移動，故能導電；簡單分子化合物熔化後仍是中性分子，沒有可移動的帶電粒子。評分：熔點判斷 2 分，加熱至熔融的導電測試 3 分，固態與熔融態導電差異解釋 3 分。

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。