



中四 - 化學
結構、鍵結與原子

姓名： _____

班別： _____

1. 元素 X 恰有三種同位素，而其相對同位素質量的數值等於各自的質量數。X 的相對原子質量為 24.32。

同位素	百分比豐度
^{24}X	未知
^{25}X	10.0%
^{26}X	未知

^{24}X 的百分比豐度是多少？

- A. 79.0%
- B. 84.0%
- C. 11.0%
- D. 90.0%

2. 一個粒子含有 16 個質子、18 個中子及 18 個電子。
以下關於此粒子的陳述，哪些是正確的？

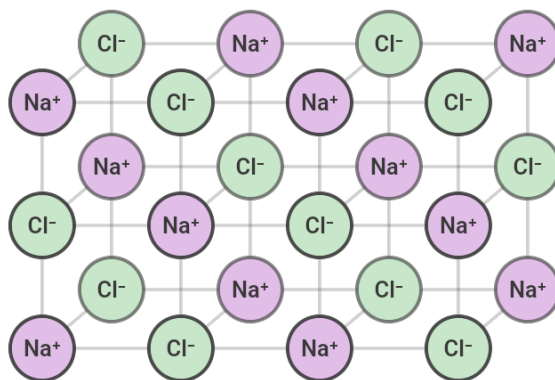
- (1) 它是 $^{34}\text{S}^{2-}$ 離子。
- (2) 它的電子排布與 Ca^{2+} 離子相同。
- (3) 它所含的電子比中子多。

- A. 只有 (1)
- B. 只有 (1) 和 (2)
- C. 只有 (2) 和 (3)
- D. (1)、(2) 和 (3)

3. 氯化鈉的熔點為 801°C ，而氯化鉀的熔點為 645°C 。兩者都是巨型離子物質。以下哪項**最能**解釋兩者熔點的差異？

- A. 較小的 Na^{+} 使相反電荷的離子能夠更接近，因而晶格中的靜電引力較強。
- B. 氯化鈉由共價鍵連結，而氯化鉀只由離子引力連結。
- C. 氯化鉀中的每個離子被更多相反電荷的離子包圍，所以晶格較容易分開。
- D. Na^{+} 所帶的電荷比 Cs^{+} 高，因此氯化鈉中的離子鍵較強。

4. 下圖顯示氯化鈉的部分巨型離子結構。

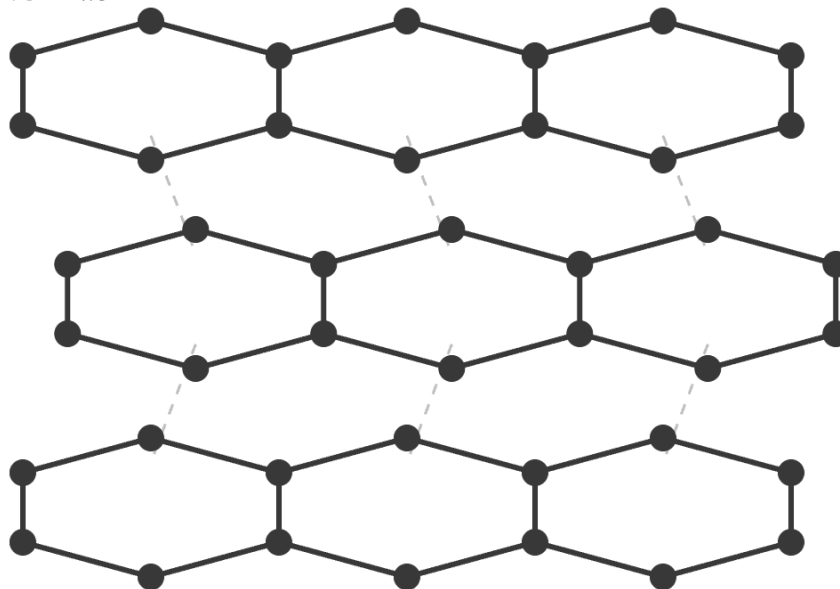


當氯化鈉晶體受到猛烈撞擊時，其中一層離子剛好移動一個離子位置，晶體便整齊地裂開，而不是彎曲。

以下哪項**最能**解釋這種現象？

- A. 移動會使相同電荷的離子互相靠近，它們之間的斥力會把各層推開。
- B. 各層之間由微弱的范德華力維繫，施力時這些作用力很容易被克服。
- C. 離子獲得足夠能量而可以自由移動，因此晶體失去規則形狀。
- D. 鈉原子和氯原子之間的共價鍵具有方向性，當各層移動時便會折斷。

5. 下圖顯示石墨的部分結構。



石墨方塊沿着平行於石墨層的方向能良好導電，但沿着垂直於石墨層的方向導電性很差。
以下哪項**最能**解釋這項觀察？

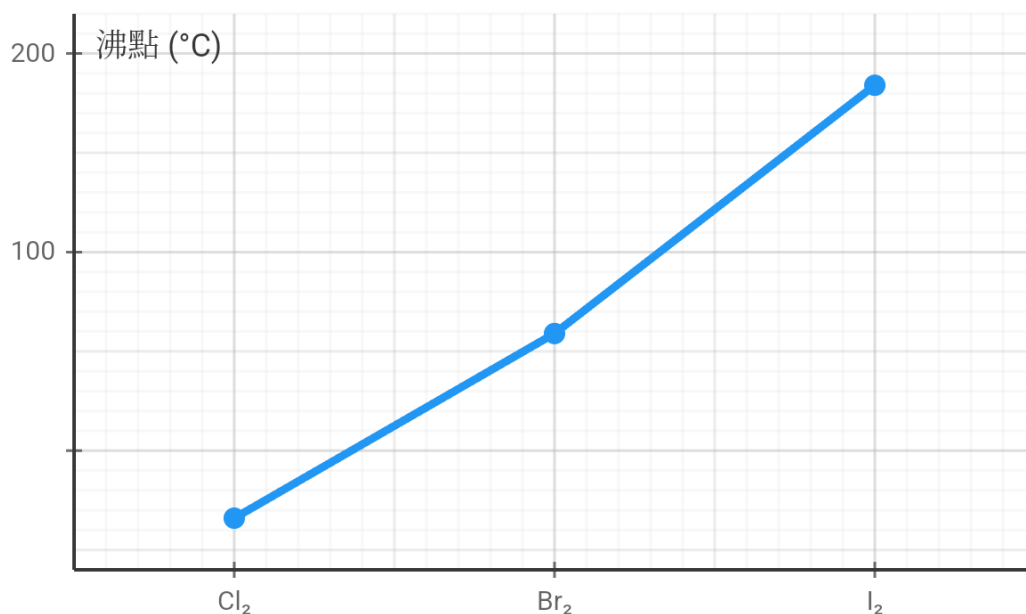
- A. 每個碳原子提供一個離域電子，而電子只在所屬的層內移動；各層之間由微弱的范德華力分隔。
- B. 每層內的離子可以橫向自由移動，但不能穿過各層之間的空隙。
- C. 層內的共價鍵比層與層之間的鍵結弱，所以電子較容易向側面逸出。
- D. 每個碳原子在同一層內形成四條共價鍵，因此沒有電子可在各層之間移動。

6. 以下關於鑽石和石墨的陳述，哪些是正確的？

- (1) 兩種物質的熔點都很高，因為熔化前必須破壞強共價鍵。
- (2) 石墨比鑽石柔軟，因為石墨層內的共價鍵比鑽石內的共價鍵弱。
- (3) 兩種物質都不溶於水及己烷等有機溶劑。

- A. 只有 (1) 和 (2)
- B. 只有 (1) 和 (3)
- C. 只有 (2) 和 (3)
- D. (1)、(2) 和 (3)

7. 下圖顯示三種鹵素在標準壓力下的沸點。它們都以簡單雙原子分子形式存在。



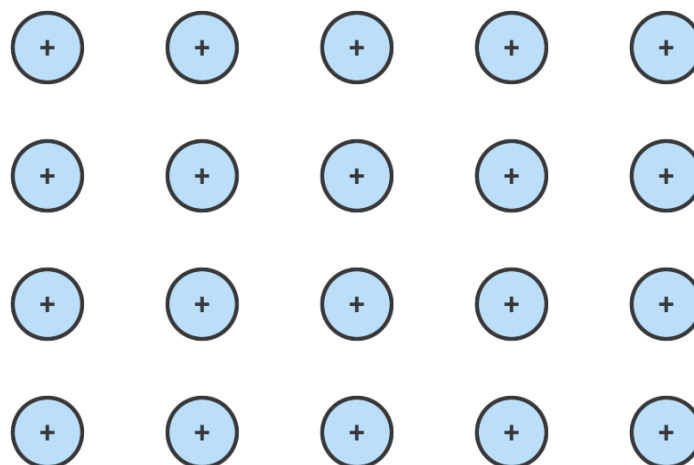
以下哪項**最能**解釋圖中所示的趨勢？

- A. 分子變得較大並含有較多電子，因此分子之間的范德華力變強。
- B. 每個分子內的共價鍵變強，因此物質沸騰時需要更多能量。
- C. 沿着這個族向下，物質由簡單分子結構變成巨型共價結構。
- D. 原子擁有較多已佔據的電子層，因此分子受熱時變得較活潑。

8. 在大氣壓下，固體二氧化碳（乾冰）約於 -78°C 昇華而不會熔化。
以下哪項關於乾冰的陳述是正確的？

- A. 昇華時，只有分子之間的微弱范德華力被克服。
- B. 昇華時，碳原子和氧原子之間的雙共價鍵被破壞。
- C. 低昇華溫度顯示分子內的碳氧鍵很弱。
- D. 乾冰能導電，因為氧原子的離域電子可以移動。

9. 下圖顯示鋁中粒子排列的簡單模型。



用槌子敲打時，鋁塊可以被打成薄片；可是硬度相近的離子固體晶體卻會碎裂。
以下哪項**最能**解釋鋁可以被敲打成薄片？

- A. 正離子層可以滑動到新位置，而流動的離域電子仍然把它們連結，因此鍵結重新建立而不是被破壞。
- B. 金屬離子由微弱的范德華力連結，所以受到撞擊時各層很容易分開。
- C. 敲打會破壞金屬原子之間具有方向性的共價鍵，使原子可以重新排列。
- D. 離域電子會被外力推出金屬，因此各層可以自由分開。

10. 鈉的熔點為 98°C ，而且可以用刀輕易切割；鎂的熔點為 650°C ，硬度則大得多。兩種金屬都具有巨型金屬結構。
以下哪項**最能**解釋兩者的差異？

- A. 每個鎂原子提供 2 個離域電子並形成較小的雙重正離子，使離子與電子海之間的引力較強。
- B. 鎂的原子之間除金屬鍵外還有共價鍵，而鈉只有金屬鍵。
- C. 鈉離子比鎂離子重，所以鈉晶格受熱時較容易被破壞。
- D. 鎂擁有比鈉更多的已佔據電子層，因此其離域電子被原子核拉得更近。

1 A

相對原子質量是按各同位素質量及其百分比豐度作加權所得的平均值。

設 ^{24}X 的豐度為 $x\%$ ，而 ^{26}X 的豐度為 $y\%$ 。

由於所有豐度數值的總和為 100： $x + y = 100 - 10.0 = 90.0$

加權平均式為：
$$\frac{24x + 25(10.0) + 26y}{100} = 24.32$$

$$24x + 250 + 26y = 2432$$

$$24x + 26y = 2182$$

代入 $y = 90.0 - x$ ：

$$24x + 26(90.0 - x) = 2182$$

$$24x + 2340 - 26x = 2182$$

$$-2x = -158$$

$$x = 79.0$$

因此， ^{24}X 的百分比豐度為 79.0%。（ ^{26}X 的百分比豐度則為 11.0%。）

2 B

請先記住：粒子的元素身分由**質子數**決定；電荷由質子數與電子數的差決定；質量數則是質子數和中子數的總和。

(1) **正確**。有 16 個質子表示該元素是硫。質量數為 $16 + 18 = 34$ 。電荷為 $(+16) + (-18) = -2$ ，所以它是 $^{34}\text{S}^{2-}$ 。

(2) **正確**。此粒子有 18 個電子，電子排布為 2, 8, 8。鈣原子有 20 個電子，因此 Ca^{2+} 有 18 個電子，電子排布同樣是 2, 8, 8。

(3) **不正確**。電子和中子均有 18 個，數目相等，並不是電子較多。

因此，只有 (1) 和 (2) 正確。

3 A

在巨型離子結構中，熔化需要足夠能量克服整個晶格內帶相反電荷的離子之間的**強靜電引力**。

當離子電荷較大，或離子較小而使離子中心之間的距離較短時，這種引力會較強。

兩種化合物都含有帶單一電荷的離子，即 Na^+ 或 Cs^+ 與 Cl^- ，所以電荷相同。然而， Na^+ 比 Cs^+ 小得多，因此氯化鈉中的相反電荷離子能夠更接近，引力也較強。熔化氯化鈉需要更多能量，所以它的熔點較高。

4 A

請觀察圖中的排列：正離子和負離子在各個方向**交替排列**，因此每個離子都被相反電荷的離子包圍，晶格由強靜電引力維繫。

如果一層離子移動一個離子位置，帶**相同**電荷的離子便會互相靠近，例如正離子會直接移到另一個正離子旁邊。原本跨越該平面的引力會變成同號電荷之間的強烈斥力，於是各層被推開，晶體沿該平面裂開。

這解釋了為甚麼離子晶體**硬但脆**：鍵結很強，但不能承受離子層彼此滑動。

5 A

在石墨中，每個碳原子只使用最外層 4 個電子中的 3 個，在同一層內形成共價鍵。每個碳原子的第 4 個電子會變成**離域電子**，能在該層內自由移動。

由於這些流動電子能沿着石墨層移動，石墨平行於石墨層的方向具有良好導電性。

然而，各層之間只有**微弱的范德華力**，沒有連接不同層的連續共價結構或共享離域電子系統，因此電子不容易由一層通過到另一層。垂直於石墨層的方向導電性便很差。

請先掌握：鑽石和石墨都是碳的**巨型共價**同素異形體，因此它們的性質與強共價鍵結構有關。

(1) **正確**。兩種結構中的原子都由連續的強共價鍵網絡連接。熔化（或石墨在常壓下昇華）需要破壞這些鍵，因此需要極高溫度。

(2) **不正確**。石墨柔軟並不是因為層內的共價鍵弱。石墨層內的共價鍵其實很強；讓石墨柔軟的是**層與層之間微弱的范德華力**，使各層可以互相滑動。

(3) **正確**。溶解需要破壞大量強共價鍵，而溶劑與物質之間的作用所釋放的能量遠遠不足以做到這一點。因此，鑽石和石墨都不溶於極性和非極性溶劑。

所以，只有 (1) 和 (3) 正確。

這三種物質都是**簡單分子物質**。它們沸騰時，只有分子之間的**范德華力**被克服，分子內的共價鍵仍然保持完整。

從圖中可見，沸點由氯的約 -34°C ，上升至溴的約 59°C ，再上升至碘的約 184°C 。這表示由上而下，分子間作用力逐漸增強。

由 Cl_2 至 Br_2 再至 I_2 ，分子變得較大並含有較多電子。較大的電子雲較容易變形，產生較強的范德華引力，因此需要更多熱能才能將分子分開。

二氧化碳是**簡單分子物質**：在每個 CO_2 分子內，碳原子和氧原子由強雙共價鍵連接；不同分子之間則只由**微弱的范德華力**維繫。

昇華是物態變化，而不是化學變化，因此只需克服分子**之間**的作用力。由於范德華力很弱，只需要少量能量，固體便能在很低溫度下昇華。

強的 $\text{C}=\text{O}$ 共價鍵沒有被破壞，所以產生的氣體仍然是二氧化碳。

金屬由規則排列的**正金屬離子**組成，周圍有屬於整個結構的**離域電子海**。

當施加外力時，正離子層可以互相滑動到新的位置。離域電子能夠隨着離子移動，因此金屬鍵會在離子的新位置周圍重新建立。

重要的是，金屬鍵**沒有方向性**；而且正離子的正電荷受到電子海的屏蔽，所以離子層滑動時，不會像離子晶體一樣使相同電荷直接靠近並產生強烈斥力。金屬因此會改變形狀而不是碎裂，這種性質稱為展性。

金屬鍵的強度來自正離子晶格與離域電子海之間的靜電引力。當離子帶有**較高的正電荷**、離子**較小**，以及每個原子提供**較多離域電子**時，金屬鍵會較強。

每個鈉原子提供 1 個最外層電子，形成 Na^+ ；每個鎂原子提供 2 個電子，形成 Mg^{2+} 。因此，鎂具有帶雙重正電荷的離子、較小的離子，以及每個原子兩倍數量的離域電子。

鎂的離子晶格與電子海之間的引力因而強得多，所以鎂需要更多能量才會熔化，而且其離子層較能抵抗被推開，因此硬度較大。