達思化學

- 課本 2C
- 第 6 章　微觀世界 II

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

目錄

- 24.1 共價鍵中鍵合電子對的共用
- 24.2 電負性及週期表
- 24.3 兩個不同原子之間的共價鍵
- 24.4 分子的極性
- 24.5 測試液體是否帶極性
- 24.6 非極性分子之間的引力

續下頁

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

目錄

- 24.7 極性分子之間的引力
- 24.8 影響范德華力的強度的因素
- 24.9 氫鍵
- 24.10 分子間引力的相對強度
- 24.11 氫鍵對水的性質的影響

續下頁

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

目錄

- 24.12 氫鍵對醇的性質的影響
- 關鍵詞彙
- 摘要
- 按節練習
- 按章練習

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.1 共價鍵中鍵合電子對的共用 (頁23)

- 在共價鍵中，因為兩個原子核受鍵合電子吸引，所以兩個原子連結在一起。
- 如果鍵合的兩個原子來自同一的元素，共價鍵的電子對會被均勻共用。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.1 共價鍵中鍵合電子對的共用 (頁23)

- 如果鍵合的兩個原子來自不同的元素，其中一個原子核可能對共價鍵中的電子對具較強的吸引力，而另一個原子核對電子對的吸引力較弱。
- 這導致共價鍵中的電子對會不均勻地被共享。 形成的共價鍵是**極性的 (polar)**。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.1 共價鍵中鍵合電子對的共用 (頁23)

- 成鍵的原子把鍵合電子對吸向己方的能力以元素的**電負性 (electronegativity)** 來量度。

元素的電負性是量度在共價鍵合中，原子把鍵合電子對吸向己方的能力。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

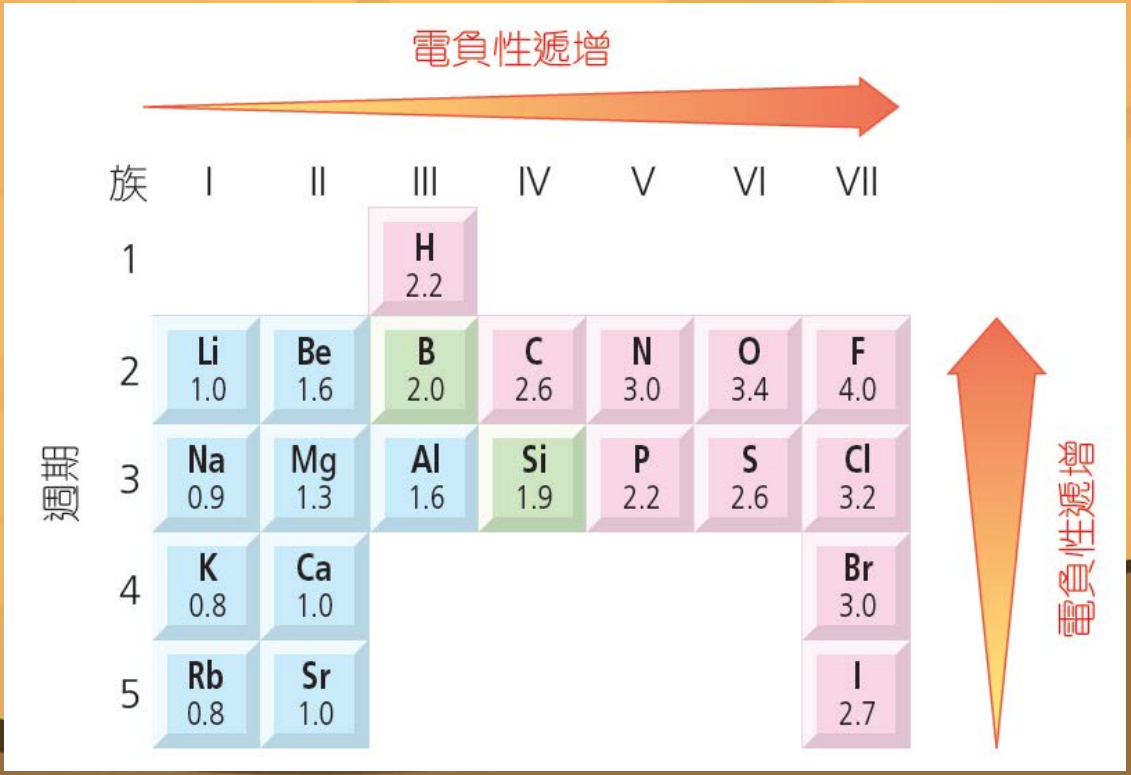
24.2 電負性及週期表 (頁24)

- 化學界有各種不同的電負性標度，其中最常用的是萊納斯•鮑林所發表的標度。
- 在這個標度中，電負性最高的元素氟的電負性值為4.0，而電負性最低的元素鈁的電負性值為0.7，其他元素的電負性值則在這兩者之間。注意電負性值是沒有單位的相對數值。
- 元素的電負性值愈高，其原子把共用電子對吸向己方的能力愈大。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.2 電負性及週期表 (頁24)

- 橫越一週期時，電負性依次遞增；
- 沿族由上至下，電負性依次遞減。
- 大部分貴氣體沒有電負性值，原因是它們不會鍵合形成共價鍵。



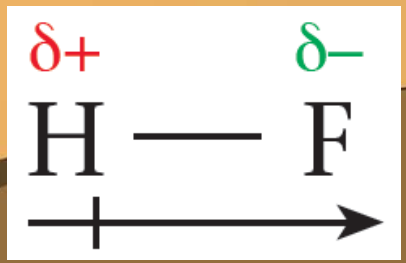
精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.3 兩個不同原子之間的共價鍵 (頁25)

◆兩種具不同的電負性的元素的原子以共價鍵連結時，鍵合電子對被原子不均勻共用。

◆氫的電負性值為2.2，而氟的為4.0，即是氟原子對共價鍵中的電子對具較強的吸引力。

◆ F: 電子對略靠近氟原子一方，使氟原子一端帶有部分負電荷 (δ–);
H: 氫原子一端則帶有部分正電荷 (δ+)。
鍵合原子的電負性的差異愈大，共價鍵的極性愈大。



精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.3 兩個不同原子之間的共價鍵 (頁25)

小測試 24.1

根據圖24.3 所示的電負性值，以符號δ– 和δ+ 標示下列共價鍵中帶部分電荷的原子。

δ– δ+
a) C–H

δ+ δ–
b) B–F

δ– δ+
c) N–H

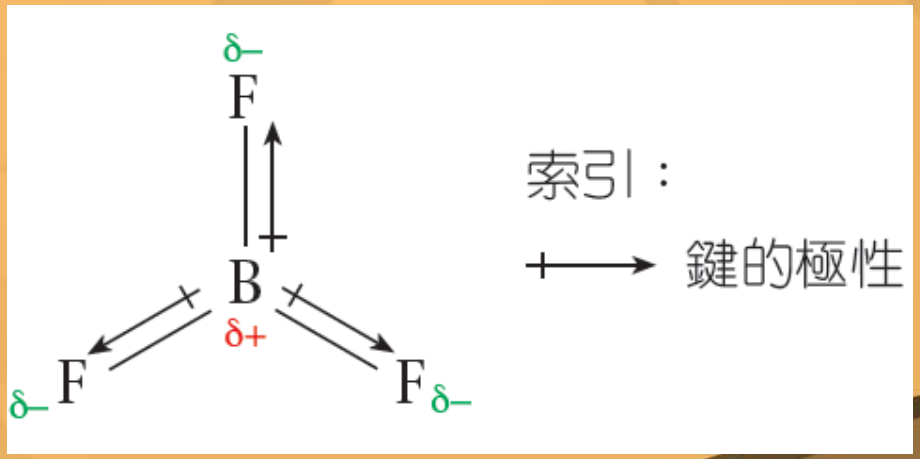
δ– δ+
d) O–H

δ+ δ–
e) P–F

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

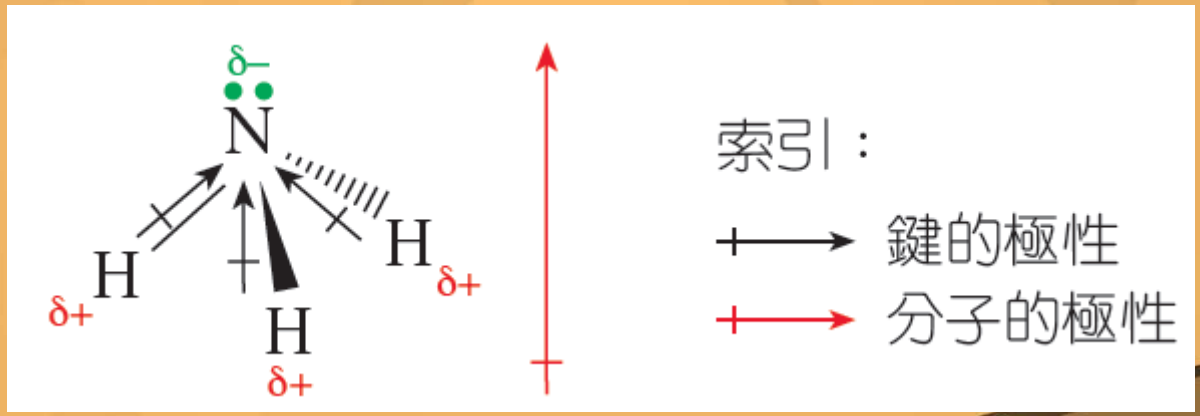
24.4 分子的極性 (頁26)

- 考慮 BF_3。
- F 的電負性較B 的高，所以分子中每個B–F 鍵都呈極性。
- BF_3分子呈三角平面形。三個具極性的B–F 鍵圍繞中央的B原子在同一平面上完全對稱地排佈。
- 三個B–F 鍵的極性能互相抵消，所以該分子是**非極性的 (non-polar)**。



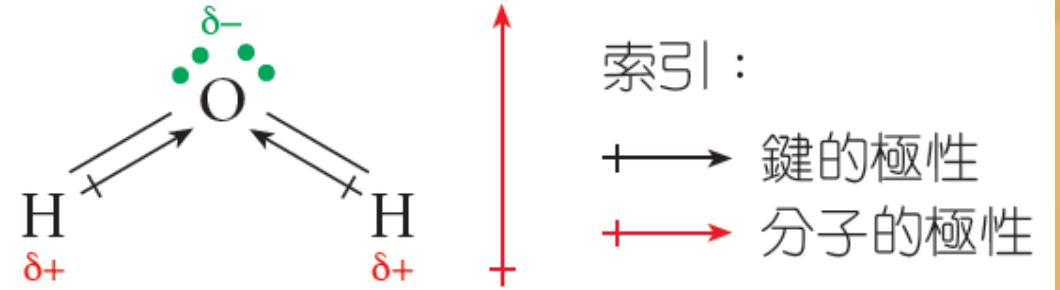
24.4 分子的極性 (頁26)

- 考慮 NH_3。
- N的電負性較H 的高，所以分子中每個N–H 鍵都呈極性。
- NH_3分子呈三角錐體形。三個具極性的N–H 鍵不是在同一平面上。
- 三個N–H 鍵的極性不能互相抵消。



24.4 分子的極性 (頁26)

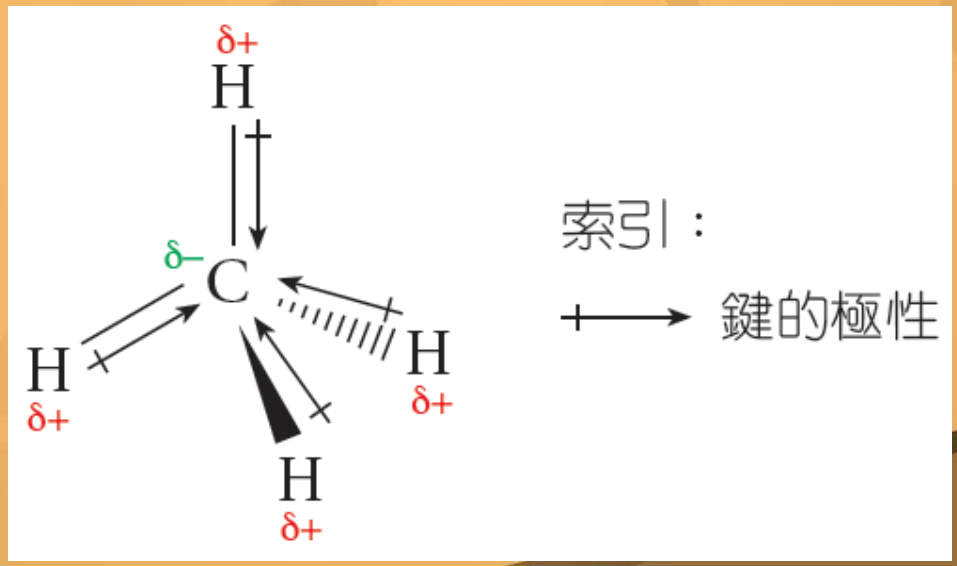
- 考慮 H_2O。
- O 的電負性較H 的高，所以分子中每個O–H 鍵都呈極性。
- H_2O分子呈角形。O 位於分子的一端，兩個H 則位於另一端。
- 兩個O–H 鍵的極性不能互相抵消。



精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.4 分子的極性 (頁26)

- 考慮 CH_4。
- C的電負性較H 的高，所以分子中每個C–H 鍵都呈極性。
- CH_4 分子呈四面體形。四個具極性的C–H 鍵圍繞中央的C 原子完全對稱地排佈。
- 四個C–H 鍵的極性互相抵消，所以該分子是非極性的。

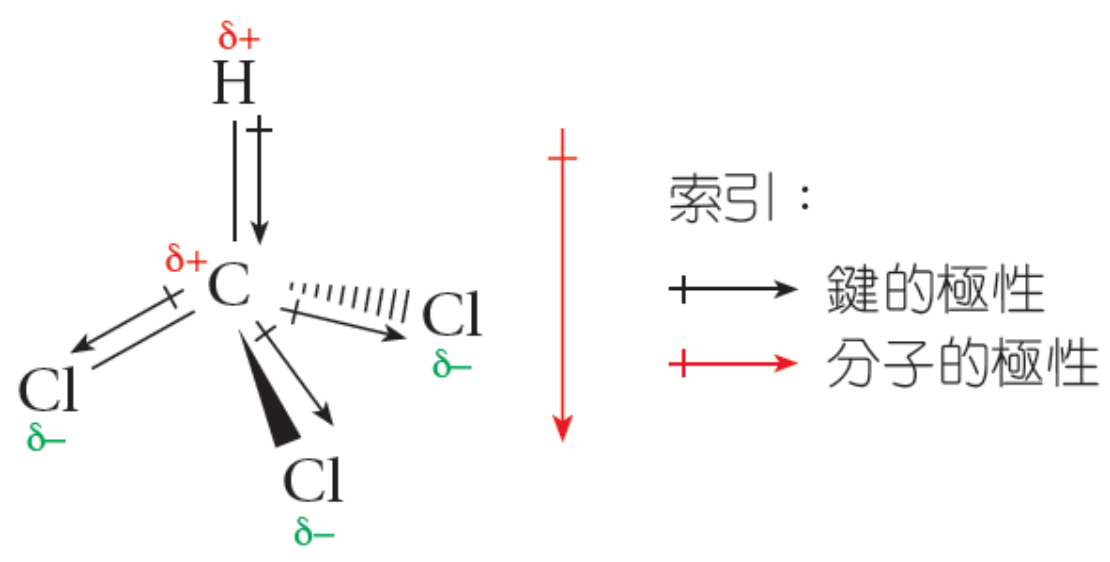


精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.4 分子的極性 (頁26)

- 考慮 CCl_3。
- Cl 的電負性較C 的高，所以分子中每個C–Cl 鍵都呈極性。C 的電負性較H 的高，所以C–H 鍵亦呈極性。
- CCl_3 分子呈四面體形，但C–Cl 鍵的極性與C–H 鍵的不同。

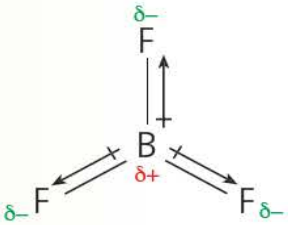
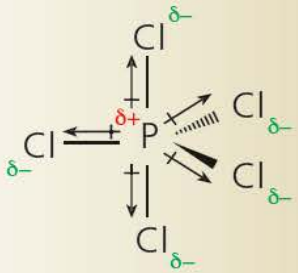
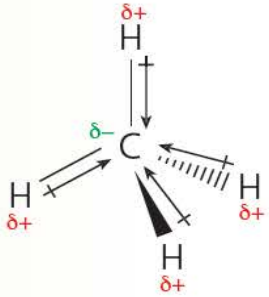
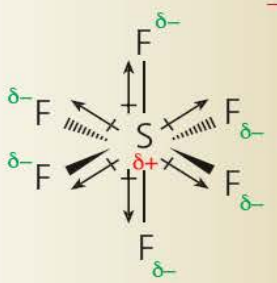
- 所以四個鍵的極性不能互相抵消。所以該分子是極性的。



精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.4 分子的極性 (頁26)

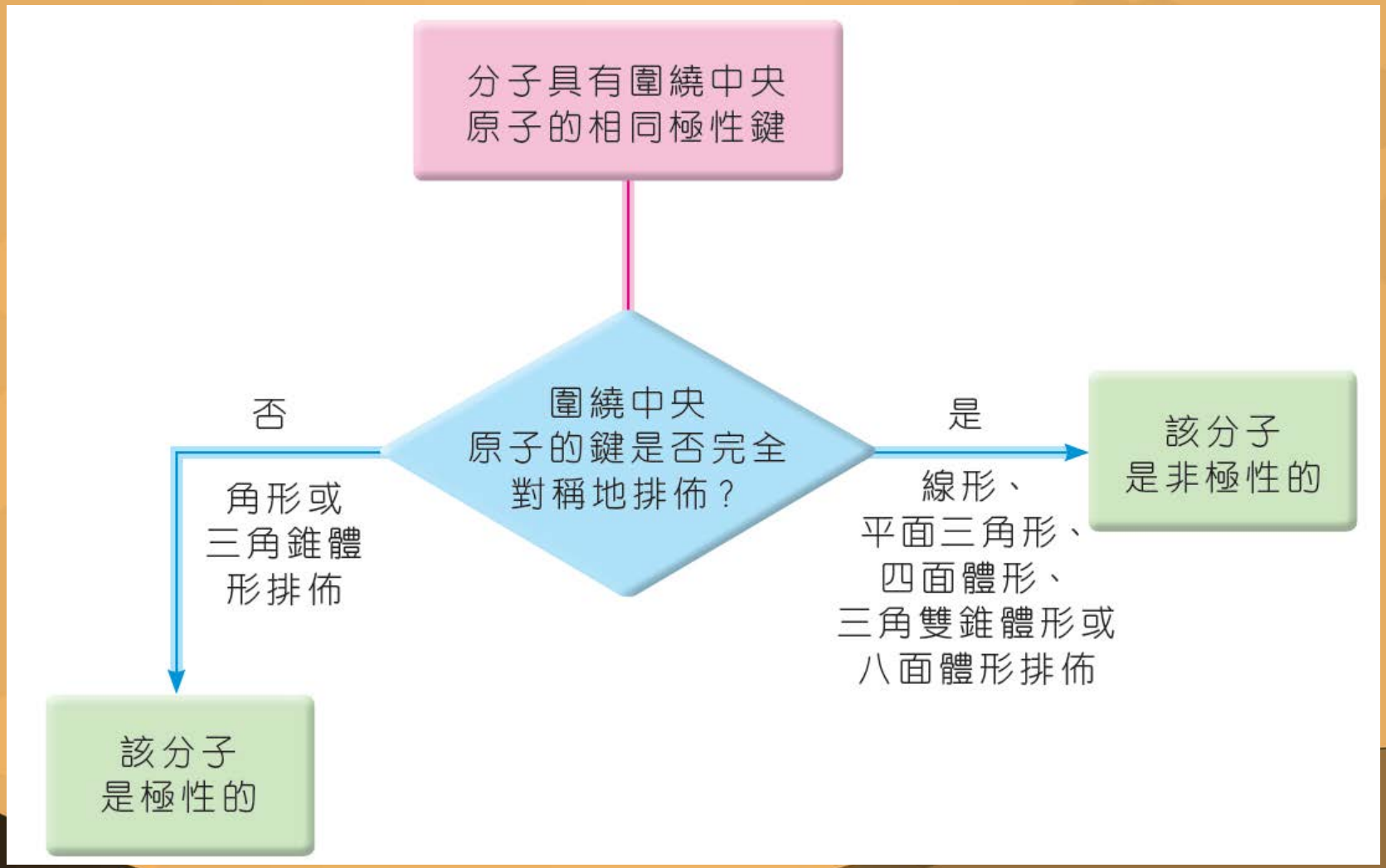
辨認非極性和極性分子

分子	形狀	鍵的極性	分子	形狀	鍵的極性
三氟化硼 (BF_3)	平面三角形		五氯化磷 (PCl_5)	三角雙錐體形	
甲烷 (CH_4)	四面體形		六氟化硫 (SF_6)	八面體形	

DSE 2012 卷一甲 題 5
DSE 2017 卷一甲 題 12

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.4 分子的極性 (頁26)



精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.4 分子的極性 (頁26)

問 (例題 24.1)

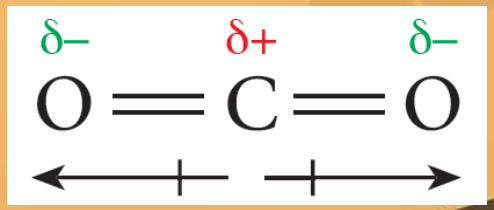
判斷下列分子是否極性的。

a) CO_2

b) OF_2

答

a) 氧的電負性較碳的高，所以分子中的每個C=O 鍵都是極性的。
二氧化碳呈線形。兩個具極性的C=O 鍵完全對稱地在碳原子左右對列，兩個C=O 鍵的極性互和抵消。

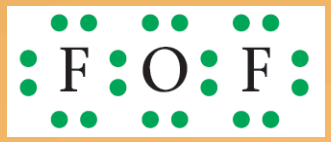


所以分子是非極性的。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

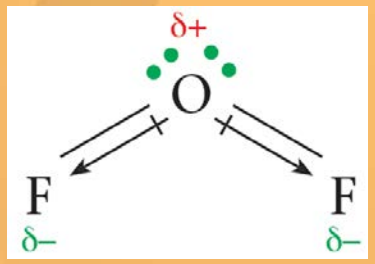
24.4 分子的極性 (頁26)

b) OF_2 的電子圖顯示如下 (只顯示最外層的電子)：



中央氧原子的最外電子層有兩對鍵合電子對和兩對孤電子對。由於只有兩個氟原子與氧原子鍵合，因此分子呈角形或V形。

氟的電負性較氧的高，所以分子中的每個O–F鍵都是極性的。



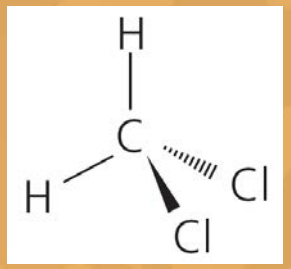
分子不「完全」對稱，兩個O–F 鍵的極性未能互相抵消,所以該分子是極性的。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.4 分子的極性 (頁26)

小測試 24.2

1 CH_2Cl_2 的三維結構顯示如下：

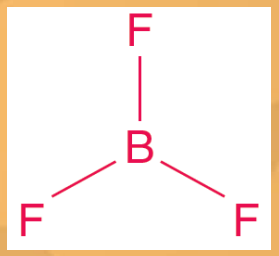


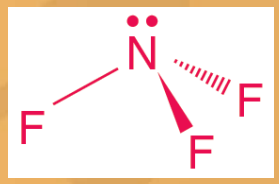
指出CH_2Cl_2 內的極性鍵，並解釋你的答案。

C–H 和C–Cl 鍵是極性的。

C 與H / C 與Cl 具不同的電負性。

2 BF_3 和NF_3 均以簡單分子的形式存在。





就以上各分子，

a) 繪出其三維結構；

b) 指出該分子是否極性的，並解釋你的答案。

BF_3 分子是非極性的。

三個具極性的B–F 鍵圍繞中央的硼原子在同一平面上完全對稱地排佈，三個B–F 鍵的極性能互相抵消。

NF_3 分子是極性的。

中央氮原子的最外電子層具有一對孤電子對。

三個具極性的N–H 鍵不是在同一平面上， 三個N–H 鍵的極性不能互相抵消。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.5 測試液體是否帶極性 (頁32)

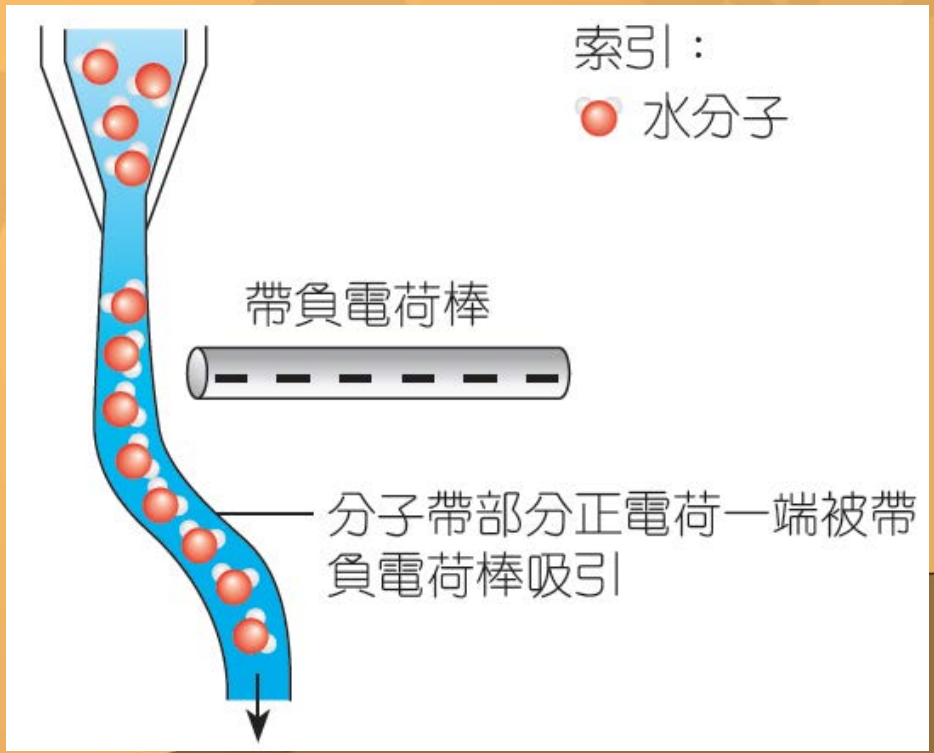
- 極性液體由極性分子組成。
- 可用簡單試驗找出液體是否帶極性。從滴定管流出液體流，然後把一支帶靜電的棒移近液體流。
- 極性液體會向帶電荷棒偏移，非極性液體則不會偏移。
  在相同的實驗條件下，液體的極性愈大，偏移的幅度愈大。

測試液體以找出它們的分子是否帶極性 參

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

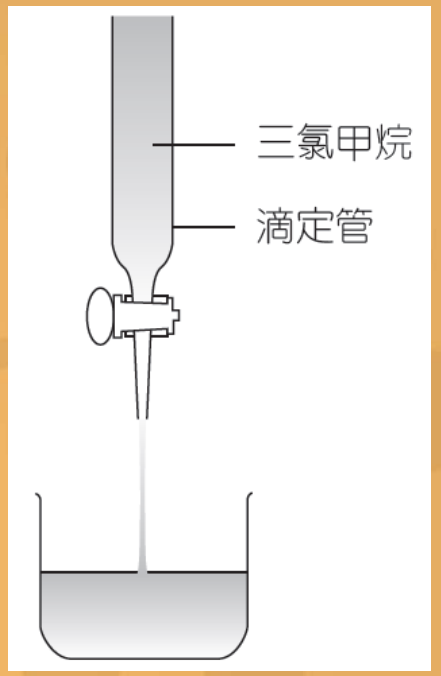
24.5 測試液體是否帶極性 (頁32)

- 帶負電荷棒移近水流時，水分子帶部分正電荷一端被帶電荷棒吸引。



精工出版社 • 版權所有 不得翻印

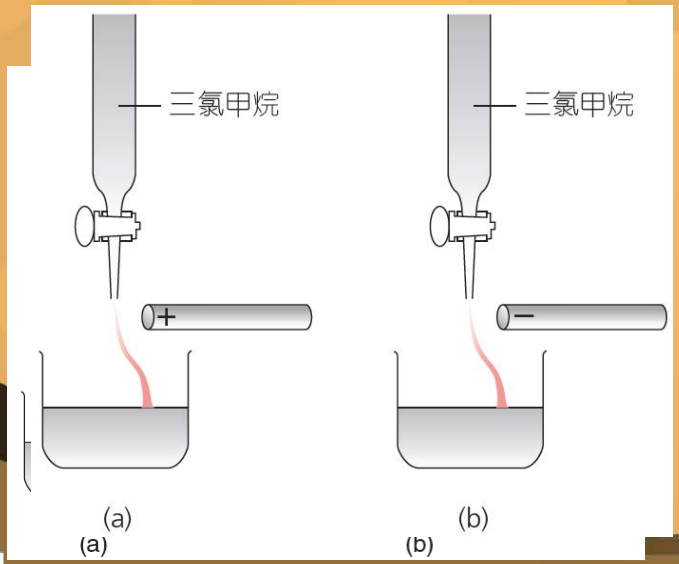
24.5 測試液體是否帶極性 (頁32)



小測試 24.3

下圖展示由滴定管流出的三氯甲烷（$CHCl_3$）的液體流。

把一支帶正電荷棒和一支帶負電荷棒分別移近三氯甲烷的液體流，如下圖(a) 和(b) 所示：



三氯甲烷分子是極性的。
帶正電荷棒移近三氯甲烷的液體流時，液體流會偏移。
三氯甲烷分子帶負電荷的一端被帶電荷棒所吸引。
帶負電荷棒移近三氯甲烷的液體流時，液體流會偏移。
三氯甲烷分子帶正電荷的一端被帶電荷棒所吸引。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.6 非極性分子之間的引力 (頁34)

- 由非極性分子組成的物質，例如鹵素和貴氣體，均能通過冷卻來液化繼而固化。
- 這觀察結果表示它們在液態和固態時，分子之間定必有很微弱的引力把它們維繫在一起。
- 涉及的力便是**分子間引力 (intermolecular forces)**。然而，分子間引力是如何產生的？

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

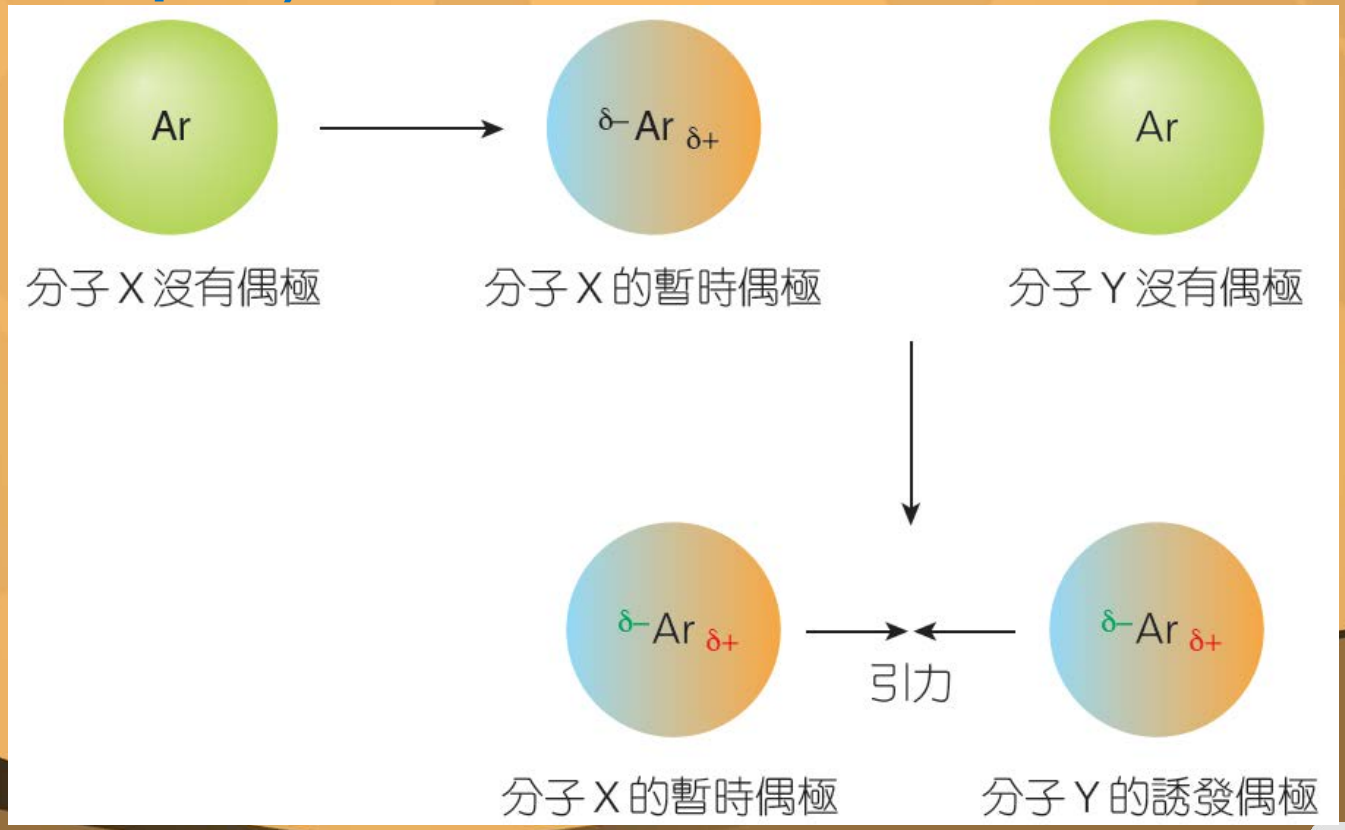
24.6 非極性分子之間的引力 (頁34)

- 來考慮兩個相鄰的氬分子X 和Y，以助描述氬分子間的相互作用。
- 每個分子沒有淨電荷，只是電子不停地在移動。
- 如在某一瞬間，分子X 的一端較另一端有更多電子，分子的一端較另一端帶較多負電荷，形成**暫時偶極 (temporary dipole)**。偶極是指分隔一段距離的相反電荷。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.6 非極性分子之間的引力 (頁34)

- 分子X 的暫時偶極影響相鄰的分子Y 的電子分佈，繼而形成另一暫時偶極。這過程稱為誘發，而新形成的偶極稱為**誘發偶極 (induced dipole)**。



24.6 非極性分子之間的引力 (頁34)

- 分子X 的偶極的δ+ 一端與分子Y 的偶極的δ– 一端互相吸引。
- 這誘發偶極可能會再誘發更多相鄰分子產生偶極，繼而互相吸引。
- 這些偶極會因電子的移動而不斷形成又消失，偶極之間只有引力。
- 非極性分子間的引力稱為**范德華力 (van der Waals' forces)**。這些引力存在於所有固態和液態物質的分子之間。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.7 極性分子之間的引力 (頁35)

- 由於氫原子與氯原子的電負性存在差異，所以氯化氫分子是極性的。
- 在液態氯化氫中，分子不停地移動，有時分子δ+ 的一端會與另一分子δ– 的一端相鄰，產生引力。
- 在別的時候，兩個分子δ+ 的一端或兩個分子δ– 的一端又會相鄰，產生斥力。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.7 極性分子之間的引力 (頁35)

(a) 兩個分子部分電荷相異的末端互相靠近，產生引力

(b) 兩個分子部分電荷相同的末端互相靠近，產生斥力

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.7 極性分子之間的引力 (頁35)

- 整體而言，分子互相吸引的時間較互相排斥的時間多，所以在液態時分子會聚在一起。

范德華力是一類分子間引力的統稱，涉及的引力包括

- 非極性分子之間的引力; 及
- 極性分子之間的引力。

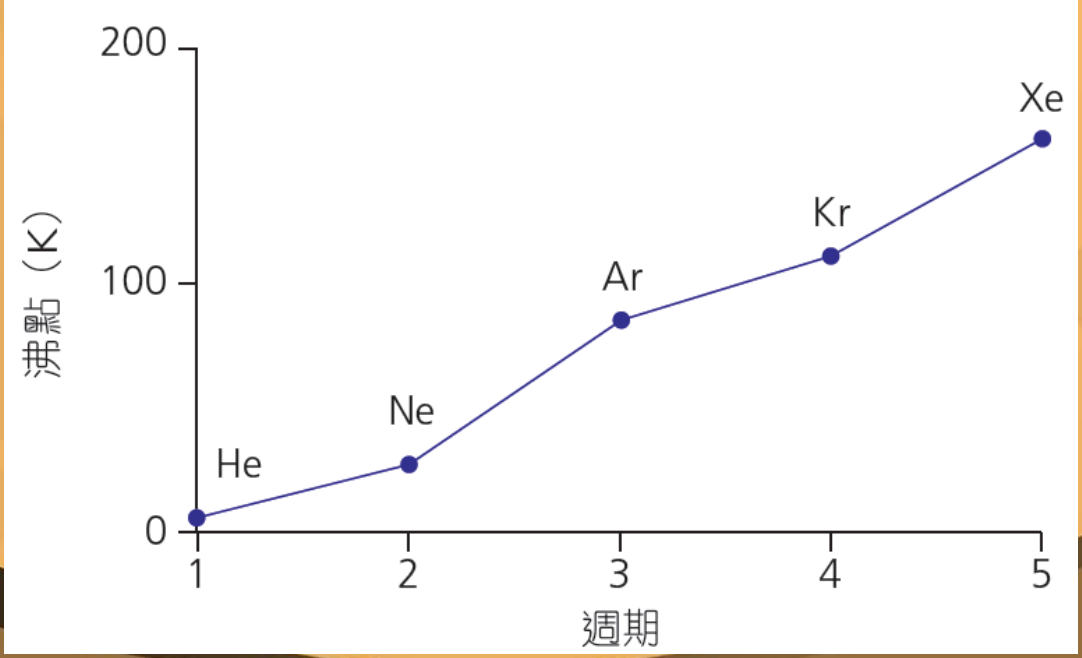
- 物質處於固態或液態時，分子之間有范德華力。只要能克服分子之間的引力，分子便能互相遠離，物質便變成氣態。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.8 影響范德華力的強度的因素 (頁36)

- 范德華力的強度受兩項因素影響：
  - 分子的大小（或每個分子所含電子的數目）；
  - 分子的形狀。

分子的大小



沿第0 族由上至下，貴氣體的沸點依次遞增

24.8 影響范德華力的強度的因素 (頁36)

- 沿族由上至下，分子的最外層電子與原子核的距離愈遠，因此原子核對電子的束縛沒那麼緊。
  - 於是電子的分佈較易變形。
  - 這有利於形成暫時偶極和產生誘發偶極，所以范德華力的強度沿族由上至下依次遞增。
  - 沿族由上至下，把分子分離所需的熱依次遞增，所以貴氣體的沸點亦依次遞增。

- 細小的非極性分子如Cl_2、CO_2、CH_4 和CCl_4，分子間只有很微弱的范德華力，所以這些物質大多是氣體或揮發性液體。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.8 影響范德華力的強度的因素 (頁36)

問 (例題 24.2)

為甚麼在常温常壓下二氧化碳 (CO_2) 是氣體，二硫化碳 (CS_2) 則是液體？試解釋之。

答

CO_2 或 CS_2 分子之間的引力都是范德華力。

與CO_2分子相比，CS_2分子較大，所以CS_2分子間的范德華力較CO_2分子間的強。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.8 影響范德華力的強度的因素 (頁36)

小測試 24.4

下表列出三種鹵素的沸點。

鹵素	沸點（K）
氟（F_2）	83
氯（Cl_2）	239
溴（Br_2）	331

a) 寫出鹵素的分子間引力的名稱。
范德華力

b) 描述沿鹵素一族由上至下的沸點的趨勢。
鹵素的沸點沿族由上至下依次遞增。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.8 影響范德華力的強度的因素 (頁36)

c) 解釋該沸點的趨勢。

沿族由氟到溴，分子大小 / 每個分子所具的電子的數目依次遞增。
所以，沿族由氟到溴，鹵素分子之間的范德華力依次遞增。
要分開分子需要較多的熱，所以，鹵素的沸點沿族由上至下依次遞增。

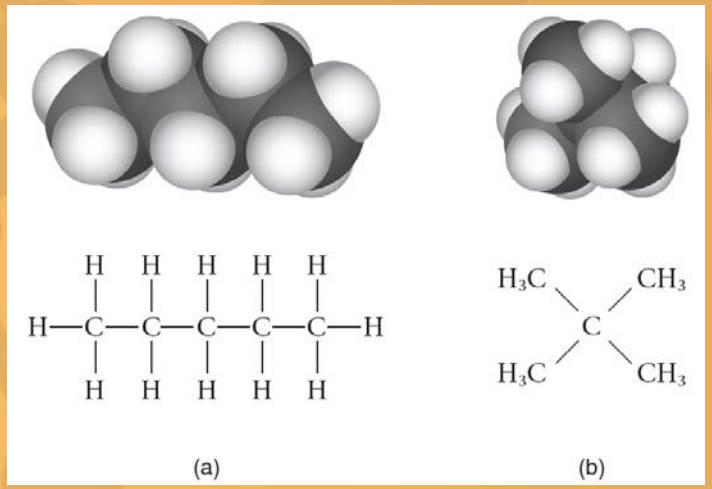
精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.8 影響范德華力的強度的因素 (頁36)

分子的形狀

- 分子的形狀也是決定范德華力強度的重要因素。

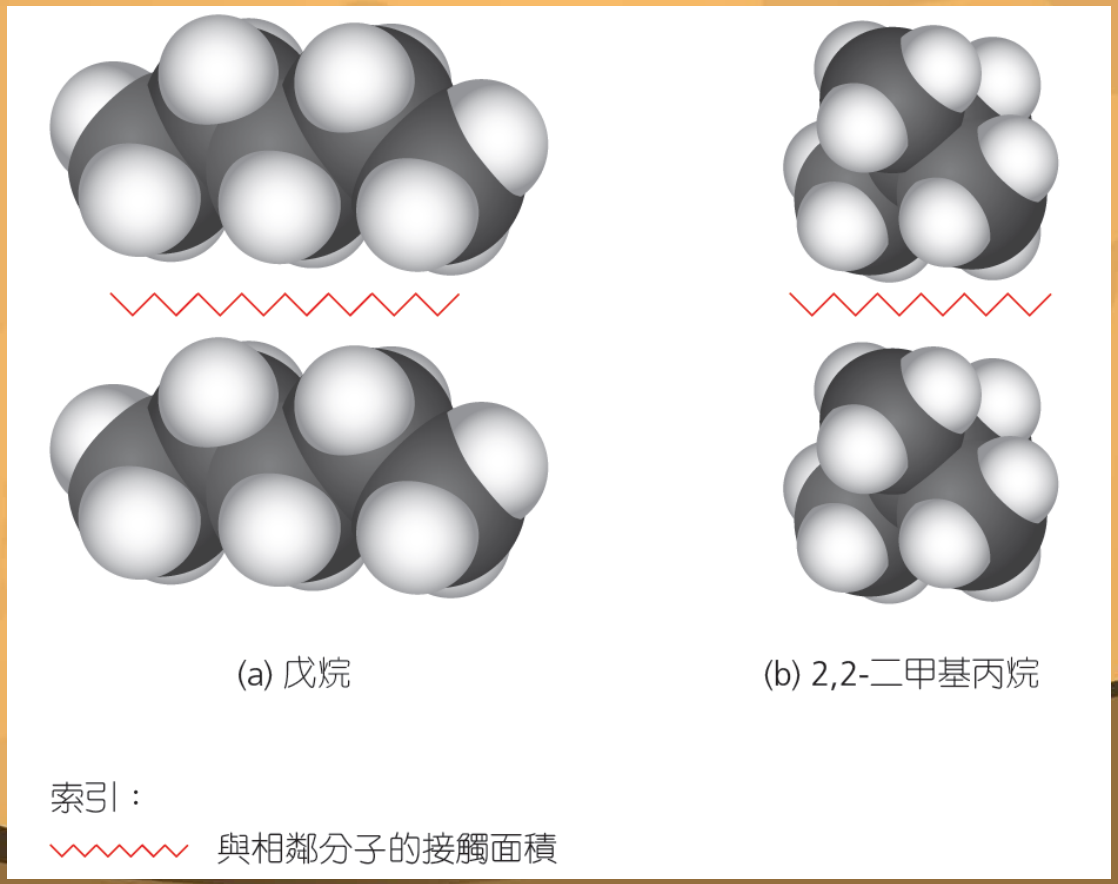
- 戊烷分子較長及較分散，該分子與相鄰分子有較大的接觸面積。



- 相反，與戊烷相比，2,2-二甲基丙烷分子則較小巧及像球狀，該分子與相鄰分子的接觸面積較小。

24.8 影響范德華力的強度的因素 (頁36)

- 戊烷分子間的范德華力因此較強，所以戊烷的沸點（36.1 °C）較 2,2-二甲基丙烷的（10 °C）高。



24.8 影響范德華力的強度的因素 (頁36)

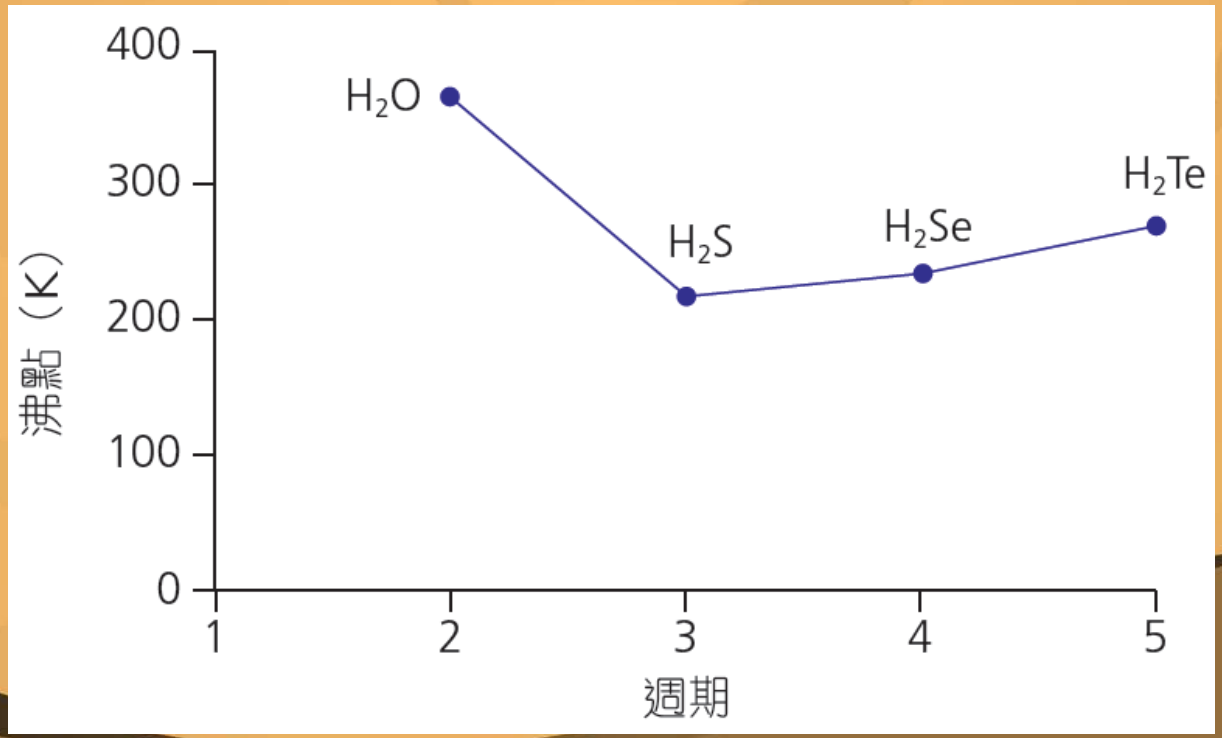
范德華力隨以下因素增強：

- 分子愈大 (或每個分子所含電子的數目愈多)；
- 分子的表面面積愈大 (與相鄰分子有較大的接觸面積)。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.9 氫鍵 (頁40)

- 下圖展示第VI 族元素的氫化物的沸點。沸點由H_2S 至H_2Te 平穩地遞升的主要原因是分子愈大，分子間的范德華力也愈強。
- 然而，水（H_2O）的沸點較根據分子大小的趨勢所預計的高得多。

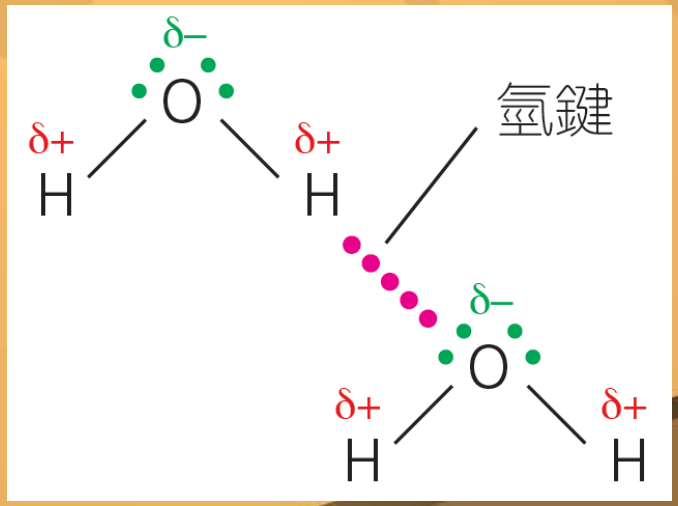


精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.9 氫鍵 (頁40)

- 這表示水分子之間存在范德華力以外的分子間引力，而涉及的分子間引力也較范德華力強。

- a) 氧原子的電負性很高；
  b) 在水分子中，氧原子把每個O–H鍵中的共用電子對吸向己方，使每個O–H 鍵的極性很強；
  c) 而每個氫原子都帶異常高的部分正電荷。



精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.9 氫鍵 (頁40)

- 這些氫原子被相鄰水分子中的氧原子的孤電子對強烈地吸引，這種強大的分子間引力稱為**氫鍵 (hydrogen bond)**。

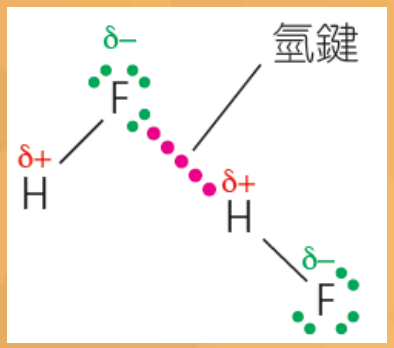
氫鍵是與電負性極高的原子鍵合的氫原子和另一個電負性極高的原子的孤電子對之間的強大引力。

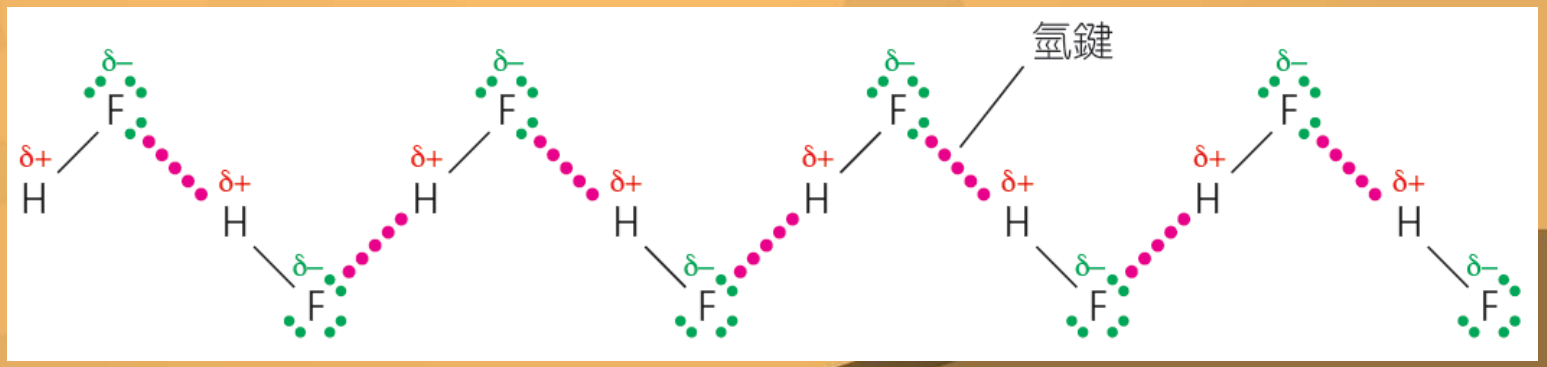
精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.9 氫鍵 (頁40)

液態氟化氫分子之間的氫鍵

- 在液態氟化氫中，分子中的氫原子與相鄰分子中的氟原子的孤電子對，形成氫鍵，結果形成由氟化氫分子組成的鋸齒形鏈。



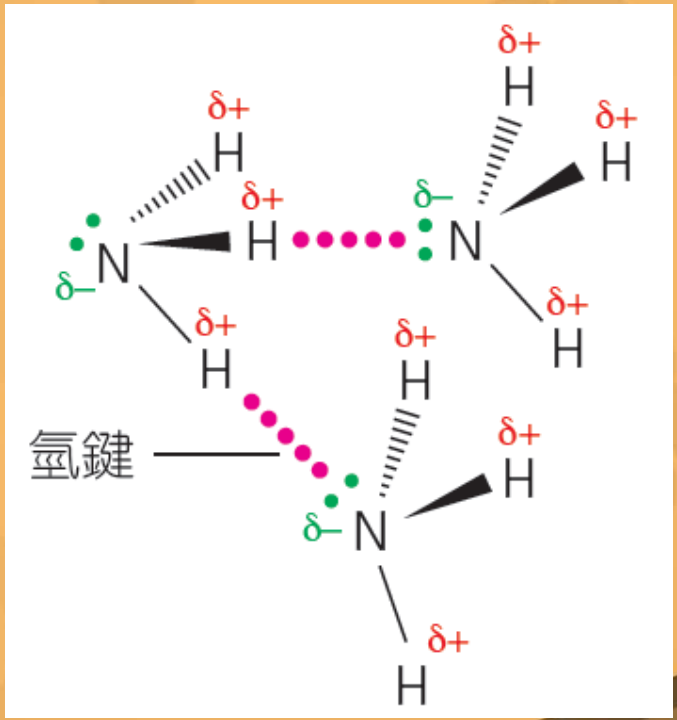


精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.9 氫鍵 (頁40)

液態氨分子之間的氫鍵

- 在液態氨中，一個分子的氫原子會與相鄰分子的氮原子的孤電子對形成氫鍵。



精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.9 氫鍵 (頁40)

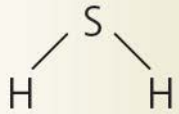
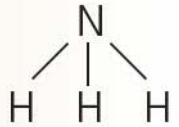
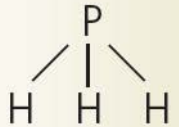
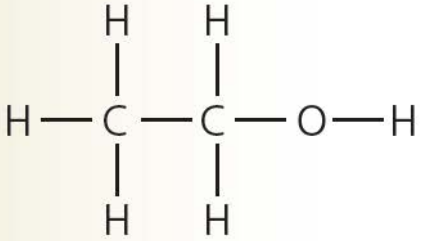
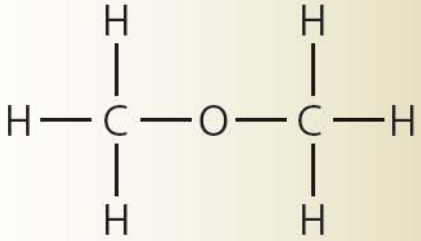
兩個分子之間要形成氫鍵，

- 其中一個分子必須含與氟、氧或氮原子 (電負性最高的三種元素) 以共價鍵連結的氫原子;

- 相鄰分子必須包含具有可用的孤電子對的氟、氧或氧原子。

24.9 氫鍵 (頁40)

表 24.2 分子之間是否有氫鍵存在？

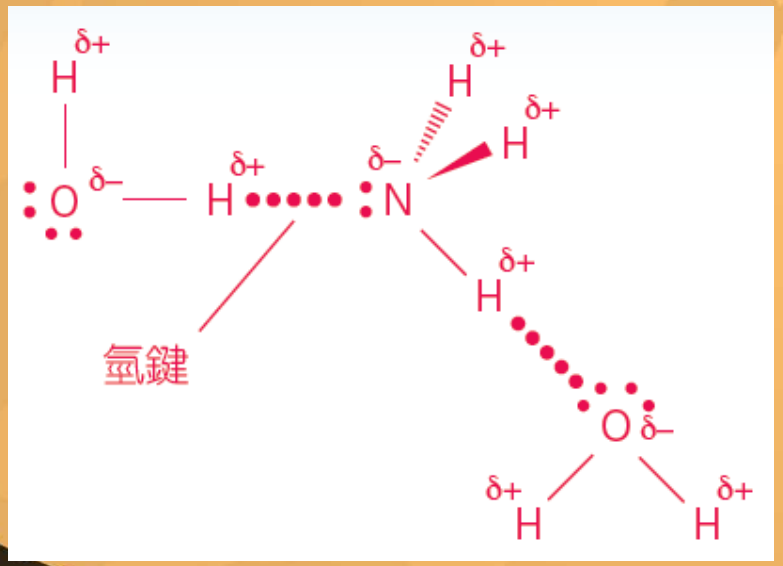
分子之間有氫鍵		分子之間沒有氫鍵	
氟化氫	H–F	氯化氫	H–Cl
水		硫化氫	
氨		磷化氫	
乙醇		二甲醚	

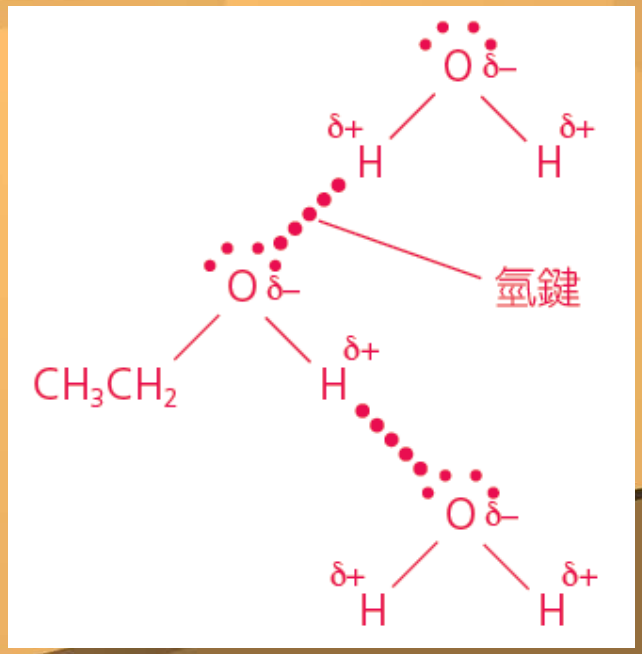
精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.9 氫鍵 (頁40)

小測試 24.5

1 混合物中不同的分子可形成氫鍵。
繪圖展示水分子與以下分子形成的氫鍵：
a) 氨（NH_3）的水溶液中的氨分子；
b) 乙醇（CH_3CH_2OH）的水溶液中的乙醇分子。
須包括部分電荷和所有孤電子對。





精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.9 氫鍵 (頁40)

2 下表列出三種物質的沸點。

物質	沸點（K）
氫（H_2）	20
氟（F_2）	83
氟化氫（HF）	293

a) 通過比較所涉及的引力，解釋為甚麼氟的沸點較氫的高。

H_2 和F_2 分子都受范德華力牽引。
F_2 分子之間的范德華力較H_2 分子之間的強，原因是F_2 分子較H_2 分子大。/
F_2 分子所含電子較H_2 分子的多。

b) 通過比較所涉及的引力，解釋為甚麼氟化氫的沸點較氟的高。

HF 分子之間有氫鍵。
氫鍵較范德華力強。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.10 分子間引力的相對強度 (頁43)

- 范德華力與氫鍵是兩種主要的分子間引力。
- 這兩種引力與共價鍵的強度按以下次序遞增：

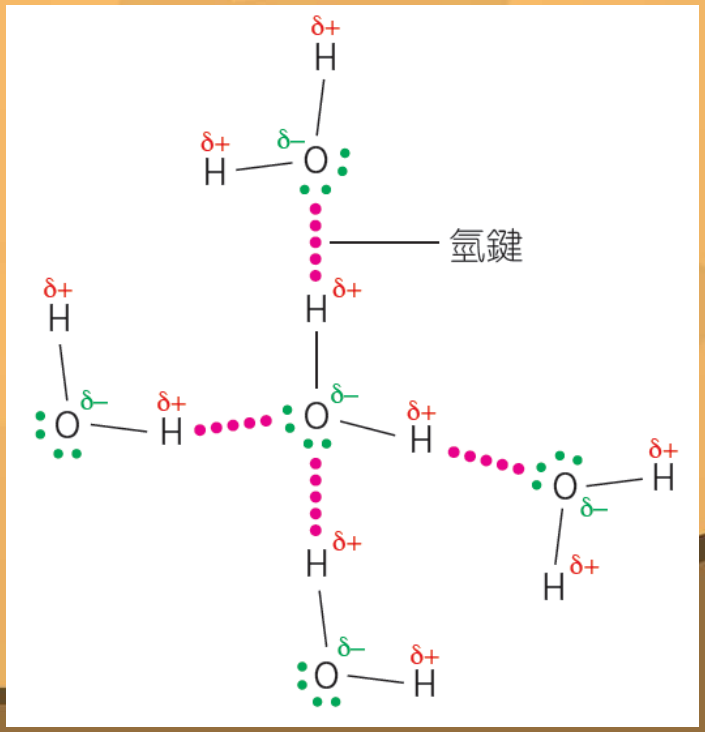
  范德華力 < 氫鍵 < 共價鍵
- 雖然范德華力和氫鍵都較共價鍵弱，但這兩種引力的存在大大影響很多物質的物理性質。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.11 氫鍵對水的性質的影響 (頁44)

- 水的多項性質與其他簡單分子物質的都不同。

- 與其他能形成氫鍵的化合物相比，水分子中的氧原子具有兩對孤電子對，而且氧原子連接兩個氫原子。



精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.11 氫鍵對水的性質的影響 (頁44)

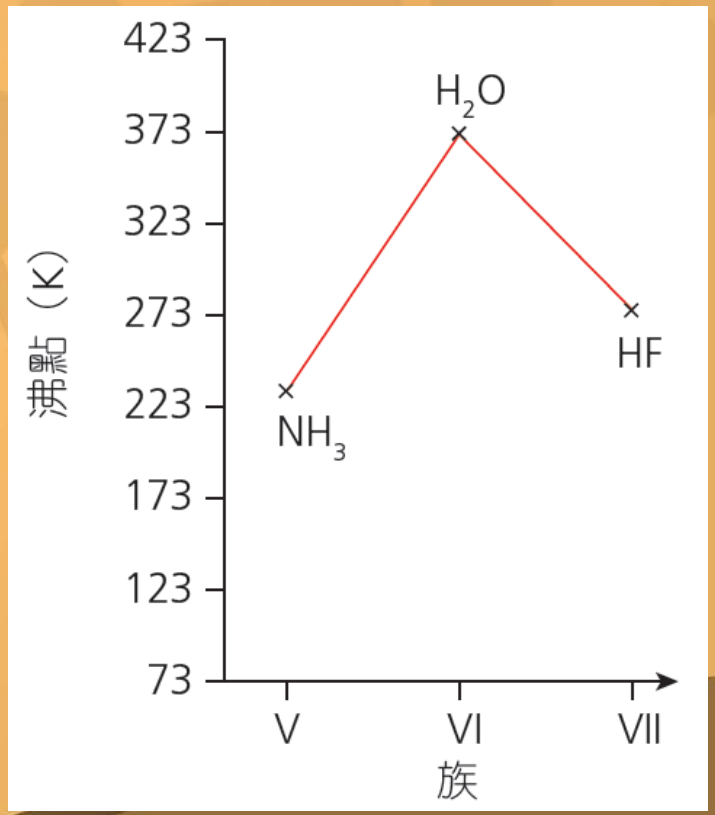
- 這表示每個水分子平均能形成兩個氫鍵，但每個氨分子或氟化氫分子平均只能形成一個氫鍵。
- 這表示水的氫鍵較多，使水具有一些意想不到的性質。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.11 氫鍵對水的性質的影響 (頁44)

水的沸點

- 水的沸點遠高於氨和氟化氫的沸點。



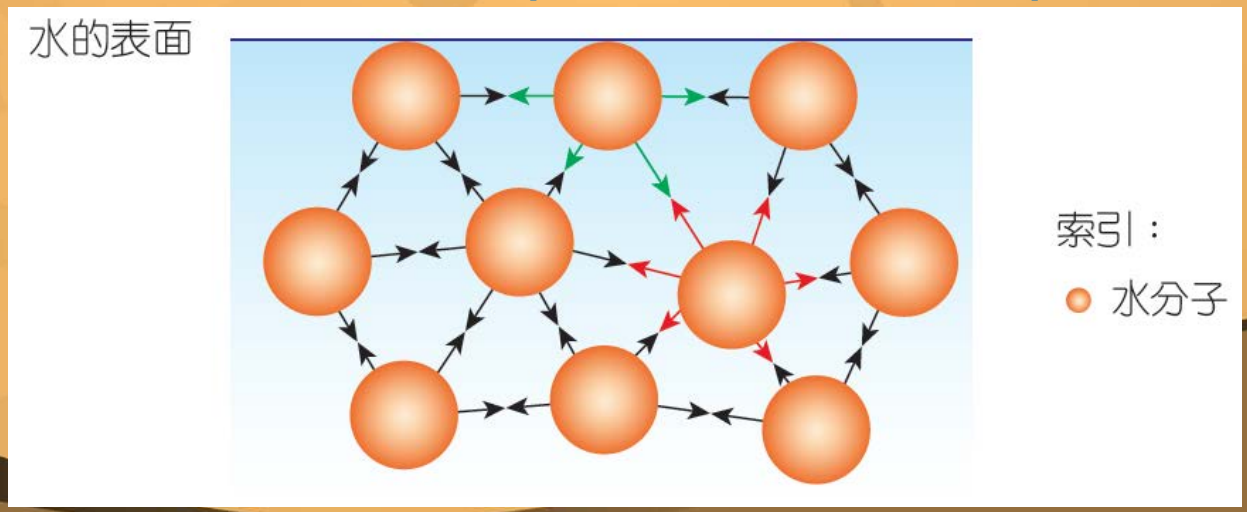
比較水和丙酮的表面張力 參

24.11 氫鍵對水的性質的影響 (頁44)

水的表面張力

- 在液體表層以下較深的分子受四面八方的其他分子的引力吸引。在表層的分子則只受側面和下方分子的引力吸引。

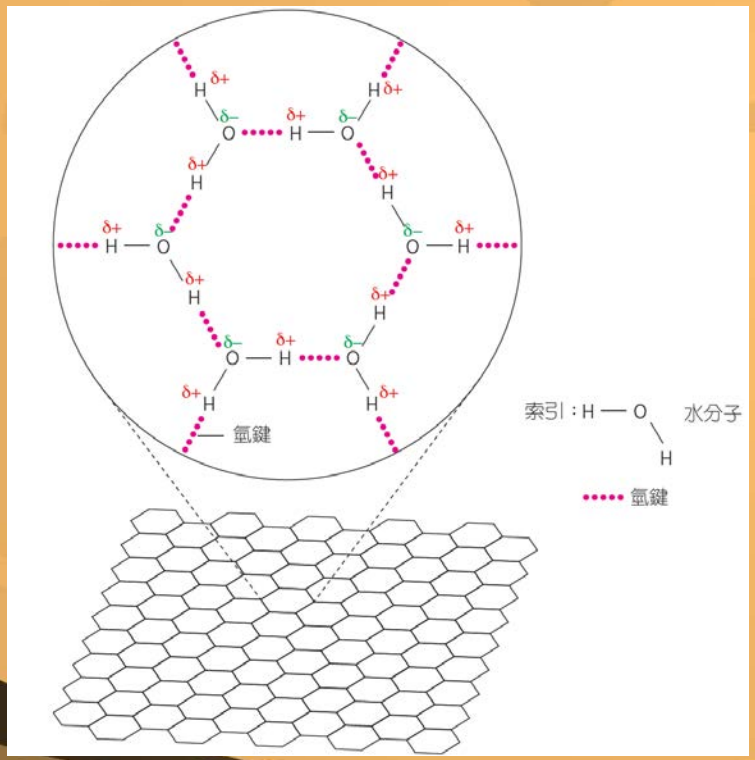
- 表面的分子因受力不均勻而被扯向液體，導致表面被拉緊像彈性薄膜般，形成**表面張力 (surface tension)**。



精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.11 氫鍵對水的性質的影響 (頁44)

- 液態水的表面張力很高。通過氫鍵，在水的表面的分子短暫地以多個六角形的方式排佈，令某些原本會沉在水中的物件（例如水黽）能浮在水面。



精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.11 氫鍵對水的性質的影響 (頁44)

水的黏度

- **黏度 (Viscosity)**是描述液體抵抗流動的能力的指標。這與液體的分子互相滑過的難易程度有關。

- 液體的黏度取決於：
  - 分子間引力的強度；
  - 分子互相纏繞的傾向。

- 氫鍵減低水分子互相滑過的能力，因此水的黏度高。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.11 氫鍵對水的性質的影響 (頁44)

冰的密度較水的低

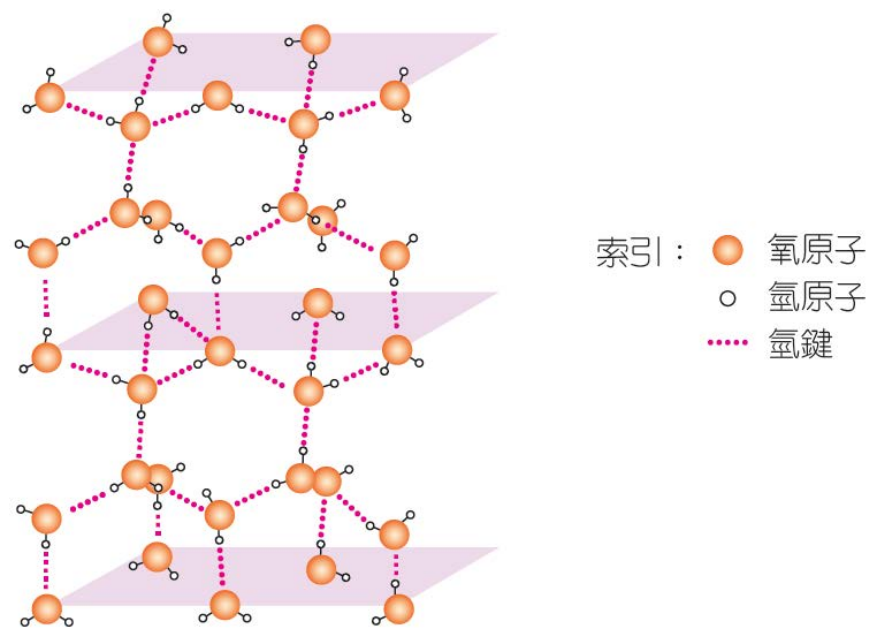
- 對大部分物質而言，其在固態時的密度較在液態時的高。
- 但水在固態時的密度較在液態時的低，為甚麼水具有這個不尋常的性質？
- 在冰的結構中，每個水分子均被另外四個水分子以四面體形的方式包圍，這些分子以分子間的氫鍵互相連繫，形成成一個「敞開」結構。

製作冰晶體的模型

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.11 氫鍵對水的性質的影響 (頁44)

- 冰融化成液態水時，液態水中的水分子有相對運動，導致敞開結構塌陷。分子的堆填變得較緊密。所以在0 °C 時冰的密度較液態水的低。



精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.12 氫鍵對醇的性質的影響 (頁48)

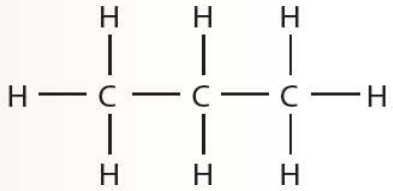
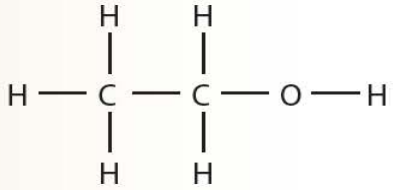
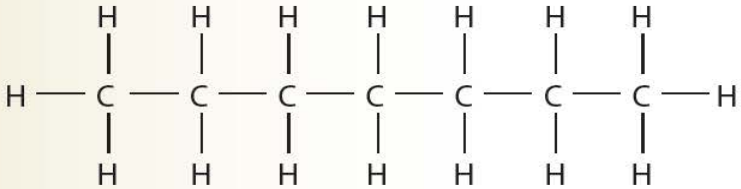
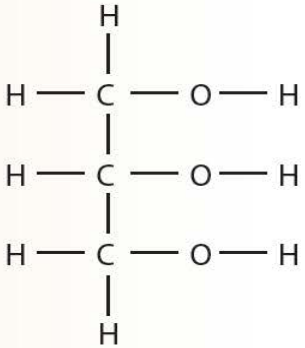
沸點

- 從下表可見，所有含氫鍵的化合物的沸點較分子質量相若而沒有氫鍵的化合物的高，原因是沸騰時需要較多的熱以克服分子之間的氫鍵。

測定乙醇分子間氫鍵的強度

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

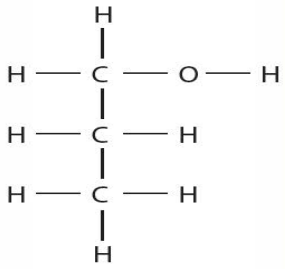
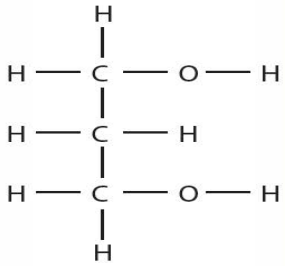
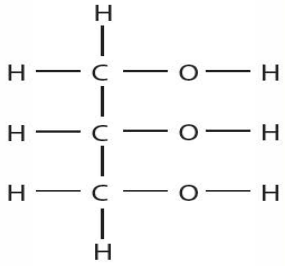
表 24.3 不同物質所具的分子間引力的類別和它們的沸點

物質	結構	相對分子質量	分子間引力的類別		沸點 (K)
			范德華力	氫鍵	
丙烷		44.0	✔		231
乙醇		46.0	✔	✔	351
庚烷		100.0	✔		371
丙 -1,2,3- 三醇		92.0	✔	✔	563

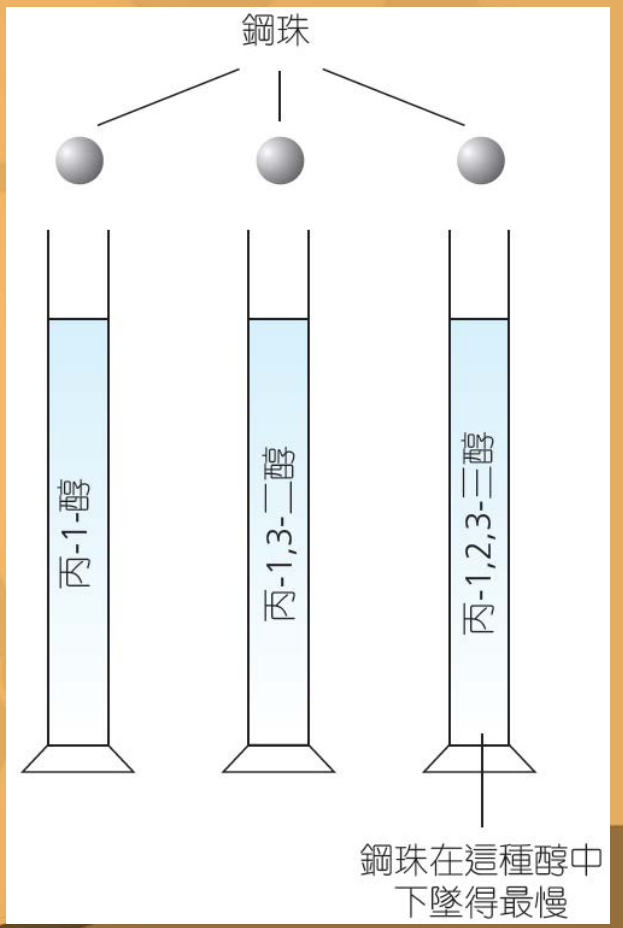
精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.12 氫鍵對醇的性質的影響 (頁48)

醇的黏度

醇	結構	在 25 °C 的相對黏度
丙-1-醇		*
丙-1,3-二醇		**
丙-1,2,3-三醇		****

（**** = 最高；* = 最低）



精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.12 氫鍵對醇的性質的影響 (頁48)

- 醇分子之間的引力主要是氫鍵。

	分子所含的O–H 基團的數目	分子形成氫鍵的數目
丙-1-醇	1	1
丙-1,3-二醇	2	2
丙-1,2,3-三醇	3	3

這三種醇的分子間引力的強度的遞增次序是：

丙-1-醇 < 丙-1,3-二醇 < 丙-1,2,3-三醇

- 在這三種醇中，因為丙-1,2,3-三醇的分子間引力最強，而且其分子形狀使其最易互相纏繞，所以其黏度最高。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.12 氫鍵對醇的性質的影響 (頁48)

問 (例題 24.3)

已知乙醇分子間存在氫鍵。
某學生進行一項實驗，以探究乙醇分子之間的氫鍵的強度。他把8.0 g 的乙醇與16.0 g 的環己烷(過量)混合，錄得温度下降了3.8 K。
已知以下的數據：

化合物	乙醇 (C_2H_5OH)	環己烷 (C_6H_{12})
摩爾質量(g mol^{-1})	46.0	84.0
比熱容(J g^{-1} K^{-1})	2.41	1.83

物質所吸入的熱 = 質量 x 比熱容 x 温度降幅

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.12 氫鍵對醇的性質的影響 (頁48)

a) 繪圖展示兩個乙醇分子之間所形成的氫鍵，須包括部分電荷及所有孤電子對。

b) 乙醇與環己烷混合時，乙醇分子之間的氫鍵有甚麼變化？

c) 為甚麼要用過量的環己烷？

d) 計算以下物質在實驗中所吸入的熱：
   i) 乙醇
   ii) 環己烷

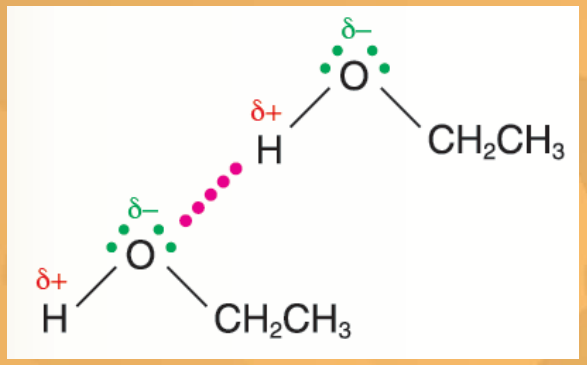
e) 計算乙醇分子之間的氫鍵的強度 (以kJ mol^{-1}表示)。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.12 氫鍵對醇的性質的影響 (頁48)

答

a)



b) 乙醇分子之間的氫鍵會斷裂。

c) 確保所有乙醇分子之間的氫鍵都斷裂。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.12 氫鍵對醇的性質的影響 (頁48)

d) i) 乙醇所吸入的熱 = 8.0 g x 2.41 J g^{-1} K^{-1} x 3.8 K
= 73.3 J

ii) 環己烷所吸入的熱 = 16.0 g x 1.83 J g^{-1} K^{-1} x 3.8 K
= 111 J

e) 所用乙醇的摩爾數 = $\frac{\text{質量}}{\text{摩爾質量}} = \frac{8.0\ g}{46.0\ g\ mol^{-1}}$ = 0.174 mol

乙醇分子之間的氫鍵的強度

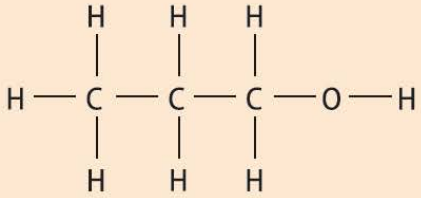
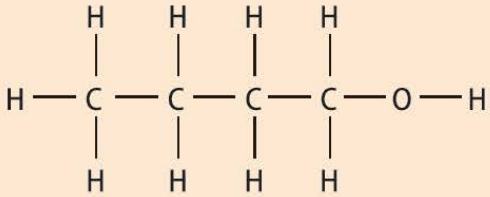
= $\frac{(73.3+111)\ J}{0.174\ mol}$ = 1.06 kJ mol^{-1}

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.12 氫鍵對醇的性質的影響 (頁48)

問 (例題 24.4)

下表列出兩種醇的結構和沸點。

醇	結構	沸點 (°C)
丙-1-醇		97
丁-1-醇		118

解釋為甚麼丁-1-醇的沸點較丙-1-醇的高。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.12 氫鍵對醇的性質的影響 (頁48)

答

這兩種醇的每個分子都有一個可形成氫鍵的O–H基團，兩者的分子之間的氫鍵的強度相若。

兩者在沸點上的差異取決於分子之間的范德華力的強度有所不同。因為丁-1-醇分子較丙-1-醇分子大，所以丁-1-醇分子之間的范德華力較丙-1-醇分子之間的強。

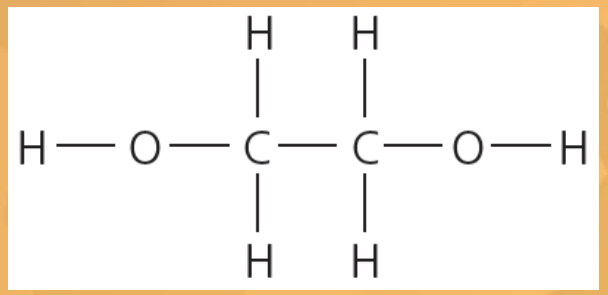
因此，丁-1-醇的沸點較丙-1-醇的高。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

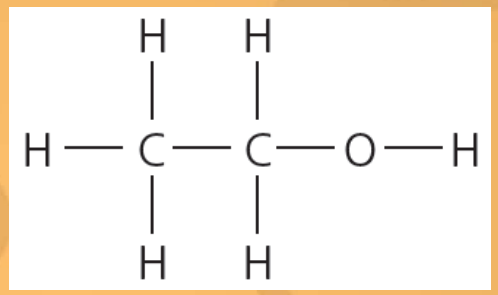
24.12 氫鍵對醇的性質的影響 (頁48)

小測試 24.4

1 兩種醇的結構顯示如下：



乙-1,2-二醇



乙醇

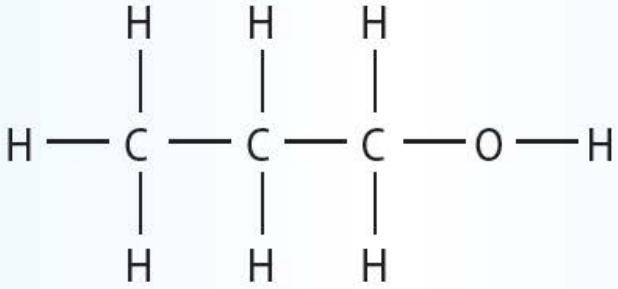
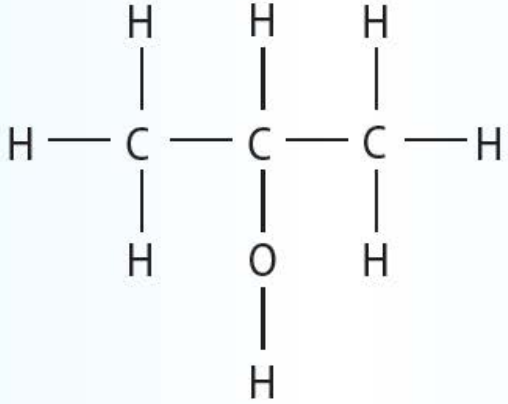
提出為甚麼乙-1,2-二醇的揮發性較乙醇的低。

乙-1,2-二醇比乙醇含較多O–H 基團。
乙-1,2-二醇分子之間的氫鍵合較強。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.12 氫鍵對醇的性質的影響 (頁48)

2 下表列出兩種醇（A 和B）的結構和沸點。解釋為甚麼A 的沸點較B 的高。

醇	結構	沸點（°C）
A		97
B		82

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

24.12 氫鍵對醇的性質的影響 (頁48)

這兩種醇的每個分子都有一個可形成氫鍵的O–H 基團，兩者的分子之間的氫鍵的強度相若。

A 的分子較長及較分散，表面面積較大，它與相鄰分子有較大的接觸面積。

相反，B 的分子較小巧及像球狀，它與相鄰分子的接觸面積較小。

所以，A 的分子之間的范德華力較B 的分子之間的強。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

關鍵詞彙 (頁54)

極性的	polar	誘發偶極	induced dipole
電負性	electronegativity	范德華力	van der Waals' force
非極性的	non-polar	氫鍵	hydrogen bond
分子間引力	intermolecular force	表面張力	surface tension
暫時偶極	temporary dipole	黏度	viscosity

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

摘要 (頁55)

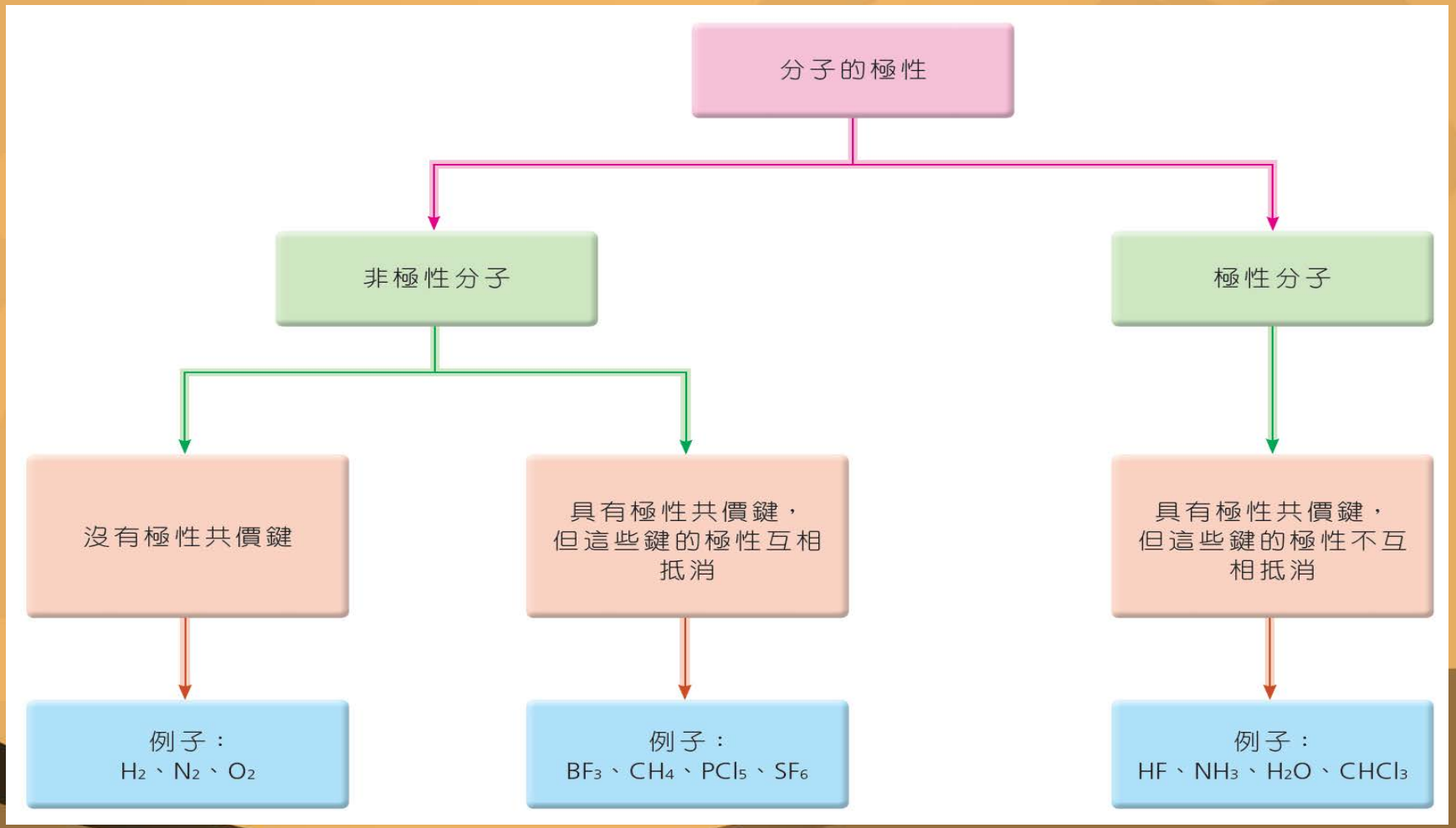
1 元素的電負性是量度在共價鍵合中，原子把鍵合電子對吸向己方的能力。

2 在週期表中，橫越一週期時電負性依次遞增；沿族由上至下電負性依次遞減。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

摘要 (頁55)

3 下圖總結了非極性和極性分子的本質。



精工出版社 • 版權所有 不得翻印

摘要 (頁55)

4 范德華力是一類分子間引力的統稱，涉及的引力包括
- 非極性分子之間的引力；及
- 極性分子之間的引力。

5 范德華力隨以下因素增強：
- 分子愈大（或每個分子所含電子的數目愈多）；
- 分子的表面面積愈大（與相鄰分子有較大的接觸面積）。

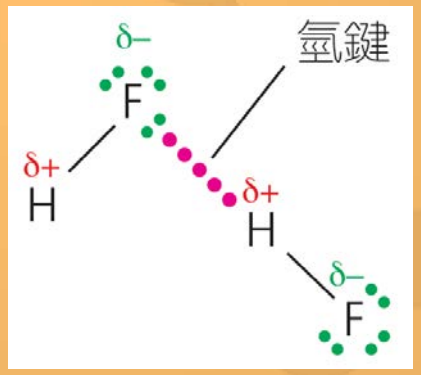
精工出版社 • 版權所有 不得翻印

摘要 (頁55)

6 a) 氫鍵是與電負性極高的原子鍵合的氫原子和另一個電負性極高的原子的孤電子對之間的強大引力。

b) 兩個分子之間要形成氫鍵，

- 其中一個分子必須含與氟、氧或氮原子（電負性最高的三種元素）以共價鍵連結的氫原子；
- 相鄰分子必須包含具有可用的孤電子對的氟、氧或氮原子。



c) 氫鍵較范德華力強。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

摘要 (頁55)

7 分子間引力會影響液體的某些性質。

a) 具有較強分子間引力的液體的熔點較高。

b) 具有較強分子間引力的液體的表面張力較高。

c) 黏度是描述液體抵抗流動的能力的指標。液體的黏度取決於：

- 分子間引力的強度；
- 分子互相纏繞的傾向。

8 在冰的結構中，每個水分子均被另外四個水分子以四面體形的方式包圍，這些分子以分子間的氫鍵互相連擊，形成成一個「敞開」結構。冰的敞開結構可解釋為甚麼在0 °C時其密度較液態水的低。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

註： 題目按難度由淺至深（ 1 至5 級）分類：

題目以3 級或以上程度為目標；

題目以4 級或以上程度為目標；

題目以5 級程度為目標。

「 * 」 顯示有效的傳意可取一分。

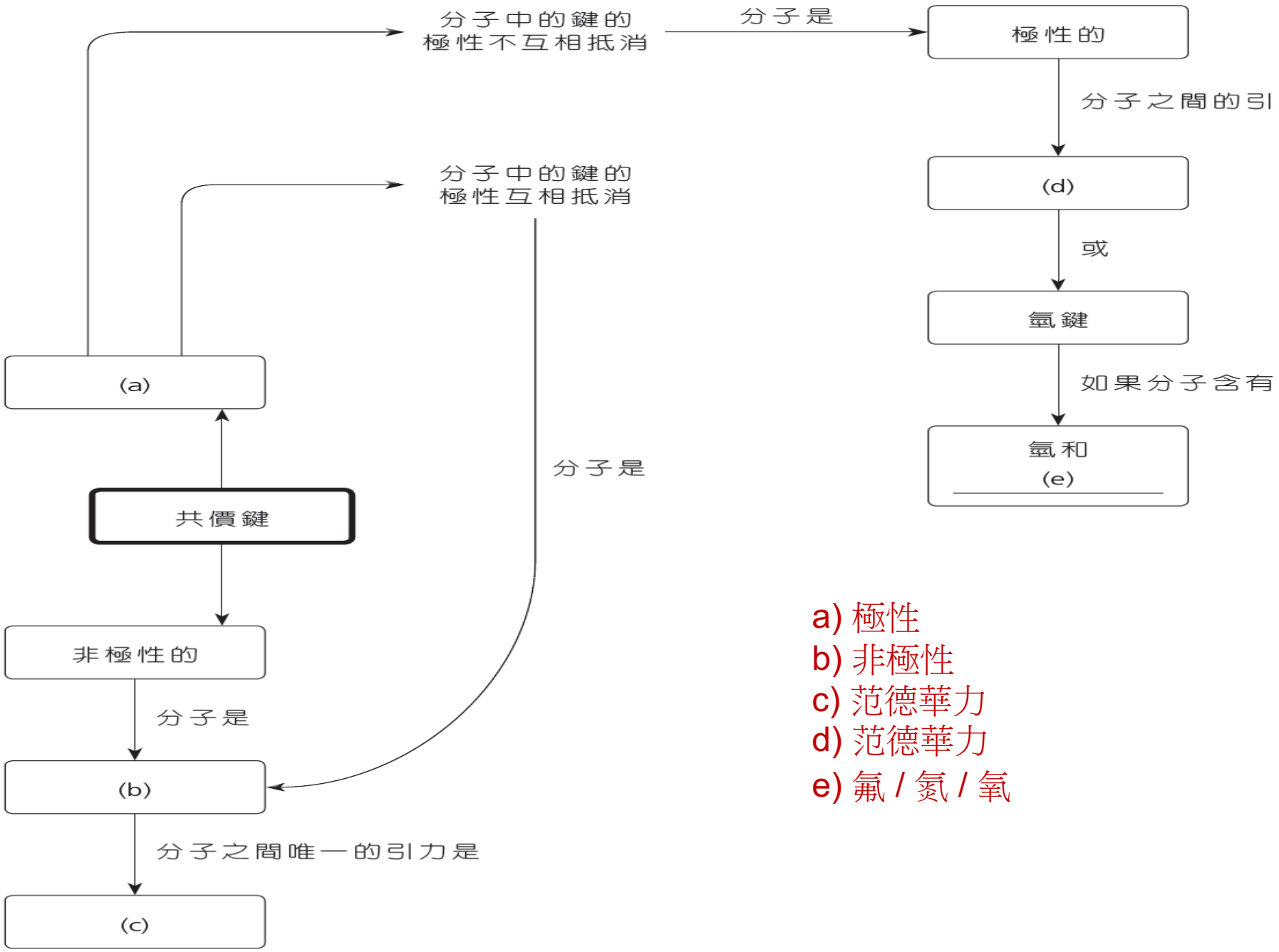
精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

第一部分 知識和理解

1 完成以下概念圖。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印



a) 極性
b) 非極性
c) 范德華力
d) 范德華力
e) 氟 / 氮 / 氧

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

第二部分 多項選擇題

2 下列哪個鍵的極性最低？

A H–F
B H–Cl
C N–H
D C–H

答案：D

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

3 下列哪個分子是非極性的？

A H_2S
B $CHCl_3$
C SF_4
D SiF_4

(HKDSE, Paper 1A, 2014, 2)

答案：D

題解：
SiF_4 分子呈四面體形。四個具極性的 Si–F 鍵圍繞中央的硅原子完全對稱地排佈，四個Si–F 鍵的極性互相抵消，所以該分子是非極性的。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

4 下列哪化合物具有最高沸點？

A HF
B HCl
C PH_3
D H_2Se

(HKDSE, Paper 1A, 2016, 16)

答案：A

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

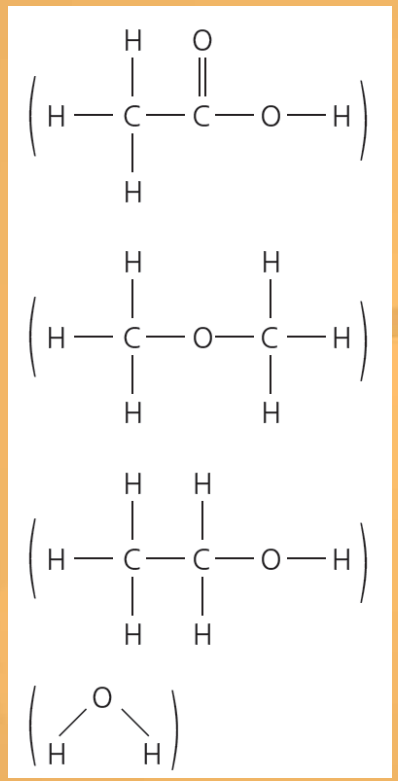
5 下列哪種物質沒有分子間氫鍵？

A 乙酸

B 甲氧基甲烷

C 乙醇

D 水



答案：B

題解：
甲氧基甲烷的氫原子沒有藉共價鍵與氟 / 氧 / 氮原子連結，所以，甲氧基甲烷分子之間沒有氫鍵。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

6 第V 族的氫化物（NH_3、PH_3 和AsH_3），其沸點沿族由上至下

A 遞減。
B 先遞減後遞增。
C 遞增。
D 先遞增後遞減。

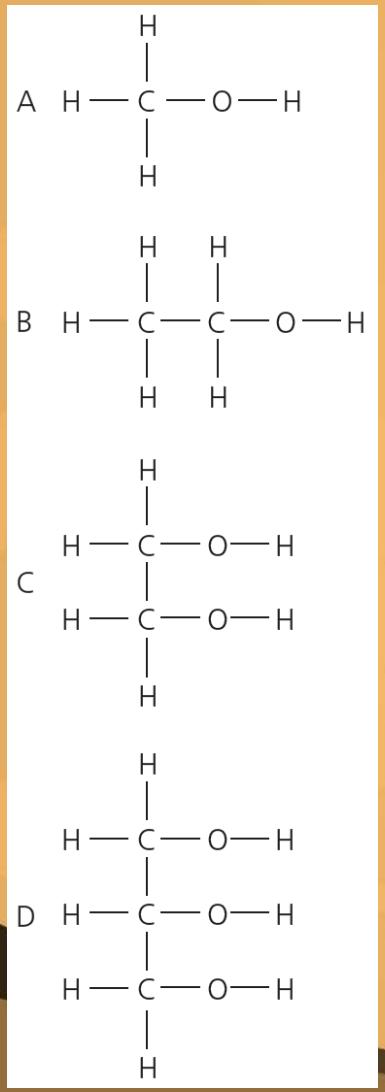
答案：B

(Edexcel Advanced Subsidiary GCE, Unit 2, Jun. 2016, 12)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

7 下列哪種醇的黏度最高？



答案：D

題解：
D的每個分子有3 個O– H 基團，
它能形成最多氫鍵。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

8 下列哪個過程涉及氫鍵的斷裂？

A 乾冰的昇華
B 冰的熔解
C 氫分子的分離
D 氨的凝結

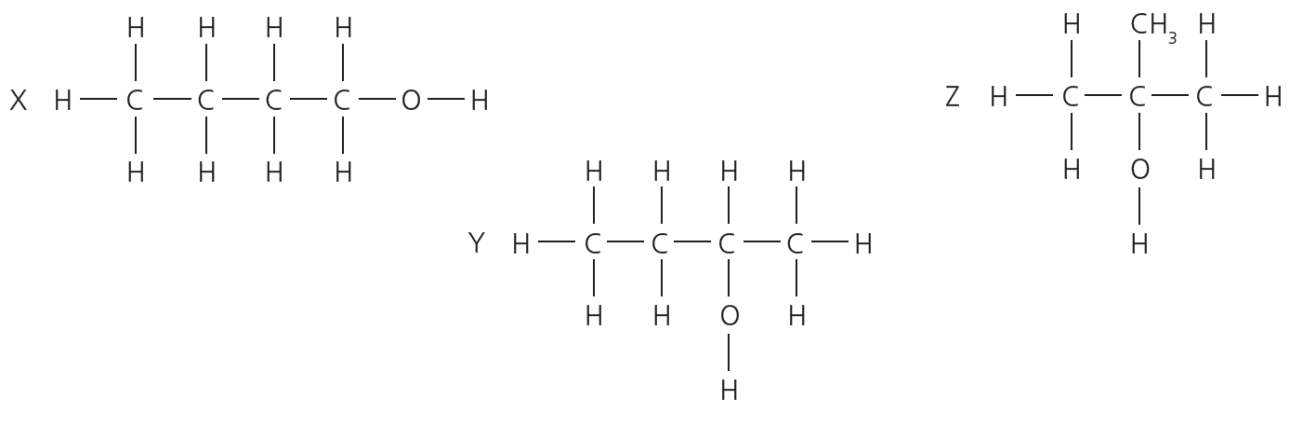
答案：B

題解：
在冰的結構中，每個水分子均與另外四個水分子以氫鍵互相連繫，冰融化時，部分氫鍵斷開，於是冰的結構塌陷。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

9 考慮以下的醇，它們具相同的分子式。



下列哪個排列正確表示這些醇的沸點的遞增次序？

A Y < Z < X
B Y < X < Z
C Z < X < Y
D Z < Y < X

答案：D

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

題解：
這三種醇的每個分子都有一個可形成氫鍵的O – H 基團，三者的分子之間的氫鍵的強度相若。

X 的分子最長及最分散，表面面積最大，它與相鄰分子有最大的接觸面積。

相反，Z 的分子最小巧及像球狀，它與相鄰分子的接觸面積最小。

所以，三種醇各自分子之間的范德華力強度的遞增次序為：
Z < Y < X

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

10 下列的分子，何者是非極性的？

(1) BF_3
(2) $CHCl_3$
(3) PCl_5

A 只有(1)
B 只有(2)
C 只有(1) 和(3)
D 只有(2) 和(3)

答案：C

題解：
(3) PCl_5 是非極性的，五個具極性的P–Cl 鍵圍繞中央的磷原子完全對稱地排佈，五個P–Cl 鍵的極性互相抵消。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

11 下列的陳述，何者正確？

(1) $H_2O(l)$ 的密度較$H_2O(g)$ 的為低。
(2) 當冰變成水時，冰的開放結構崩塌。
(3) 當水的温度由10 °C上升至30 °C時，H_2O 分子間的平均距離增加。

A 只有(1)
B 只有(2)
C 只有(1) 和(3)
D 只有(2) 和(3)

答案：D

(HKDSE, Paper 1A, 2018, 17)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

12 P 和Q 是兩種相對分子質量相若的液體。P的分子之間有氫鍵。Q 的分子之間只有范德華力。

P和Q 的性質有何不同？

(1) P 的表面張力較Q 的高。
(2) P 較Q 不溶於水。
(3) P 的黏度較Q 的低。

答案：A

A 只有(1)
B 只有(2)
C 只有(1) 和(3)
D 只有(2) 和(3)

題解：
(2) P 的分子可與水分子形成氫鍵。
所以，P 應頗溶於水。
(3) 液體的黏度受分子間引力影響，
氫鍵較范德華力強，
因此，P 的黏度應較Q 的高。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

第三部分 結構性問題

13 汽車廢氣中的氮會與氧反應生成二氧化氮。二氧化氮是一種會導致空氣污染的氣體。
二氧化氮的某些性質取決於它所含的每種元素的電負性。

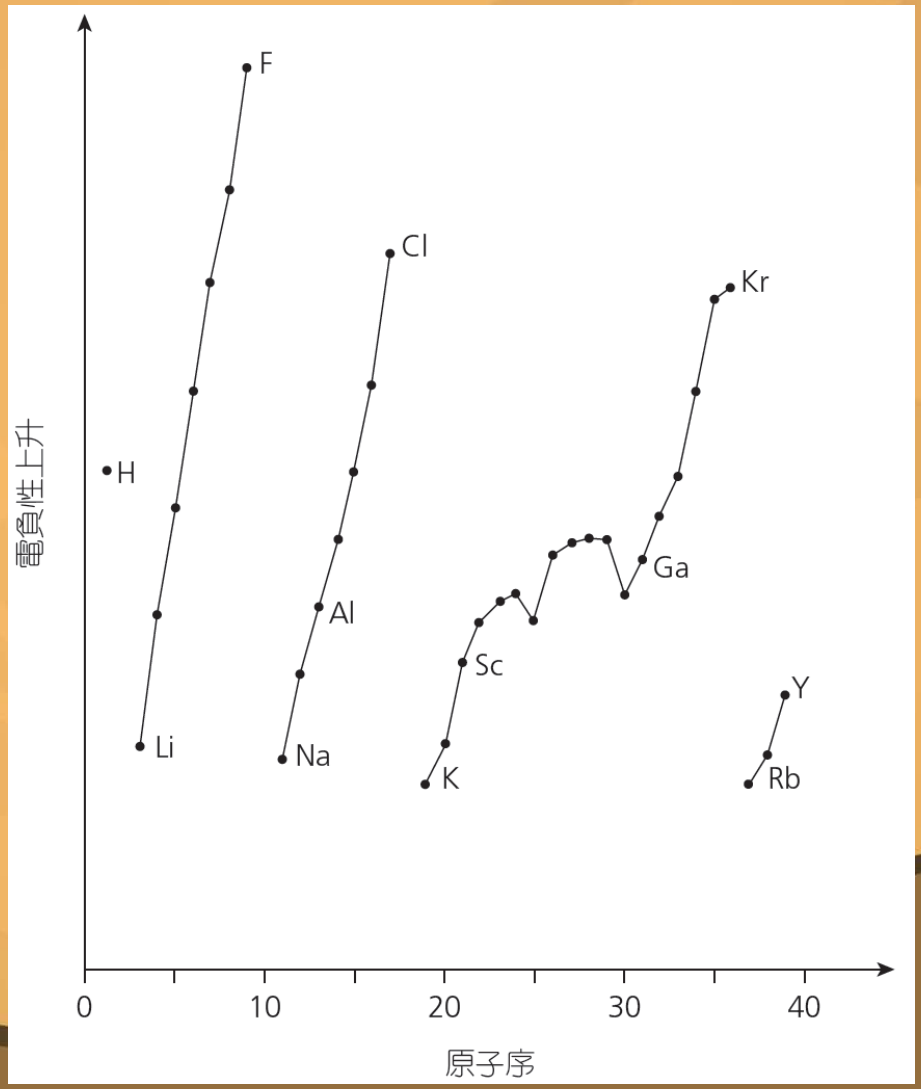
a) 指出電負性一詞的意思。

元素的電負性是量度在共價鍵合中，原子把鍵合電子吸向己方的能力。 (1)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

b) 下圖展示部分首40 個元素的電負性隨原子序的變化。



精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

描述週期表中各週期和各族的電負性趨勢。

(Pearson BTEC Level 3 Nationals, Applied Science, Unit 1, Sample Assessment Materials, Nov. 2017, 6(a))

沿族由上至下，電負性依次遞減。 (1)
橫越一週期時，電負性依次遞增。 (1)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

14 在HCl 分子中的鍵稱為「極性的」。

a)「極性鍵」一詞的意思是甚麼？

極性鍵是共價鍵的一種，其中一個鍵合原子比另一個鍵合原子對鍵合電子對的吸力較強。 (1)

b) 解釋為甚麼HCl 分子帶極性。

H 和Cl 具不同的電負性。 (1)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

15 二氧化碳（CO_2）和水（H_2O）均具極性鍵。

a) 標示以下的碳-氧鍵和氧-氫鍵的極性。

$\overset{\delta+\ \delta-}{C=O}$ $\overset{\delta-\ \delta+}{O-H}$

b) 就以上每個分子，指出它是否帶極性，並解釋你的答案。

CO_2 分子是非極性的。
兩個具極性的C=O鍵圍繞中央的碳原子完全相對、對稱地排佈，兩個C=O鍵的極性互相抵消。 (1)

H_2O 分子是極性的。
中央氧原子的最外電子層有兩對孤電子對，兩個O–H 鍵的極性不能互相抵消。 (1)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

16 下表展示一些元素的鮑琳電負性值。

H 2.2						
Li 1.0	Be 1.6	B 2.0	C 2.6	N 3.0	O 3.4	F 4.0
Na 0.9	Mg 1.3	Al 1.6	Si 1.9	P 2.2	S 2.6	Cl 3.2

a) 電負性值怎樣隨以下的情況改變？

i) 橫越一個週期

遞增(1)

ii) 沿族由上至下

遞減 (1)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

b) 利用以上的數值，比較一個甲烷（CH_4）分子和一個硅烷（SiH_4）分子中的鍵的極性。

以下任何兩項：
氫的電負性較硅的高，但不及碳。(1)
在甲烷中，氫帶δ+；在硅烷中，氫帶δ–。(1)
甲烷的C–H 鍵的極性較硅烷的Si–H 鍵的大。(1)

c) 從上表選出一種元素，它能與氫以共價鍵連結並生成一個極性分子。該分子中的鍵的極性較甲烷（CH_4）中的鍵為高。
寫出你所選擇的元素的氫化物的化學式。

NH_3 / H_2O / HF / HCl (1)

d) 為甚麼分子中的鍵可以是極性的，但分子整體卻是非極性的？試解釋之。舉出該種分子的一個例子。

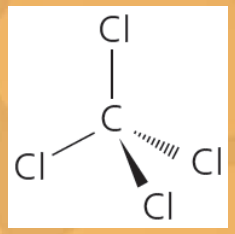
幾個極性鍵不僅圍繞中央的原子完全對稱地排佈，
這些鍵並且相同，鍵的極性互相抵消。(1)
任何合適的例子：如CCl_4 (1) / CO_2 (1) / PF_5 (1) / SF_6 (1) / CH_4 (1) / SiH_4 (1)

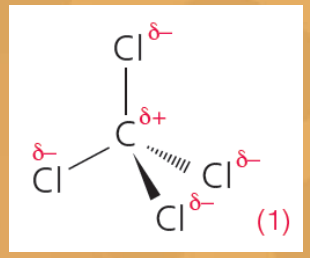
精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

17 氯氣會與甲烷反應。四氯甲烷（CCl_4）是其中一個生成物。

a) CCl_4 分子具有極性鍵。在下圖標示CCl_4 分子中原子所帶的部分電荷。





b) 解釋為甚麼CCl_4 分子帶有你在(a) 中標示的部分電荷。

氯的電負性較碳的高。 (1)

c) 指出CCl_4 分子是否帶極性，並解釋你的答案。

CCl_4 分子是非極性的。

四個具極性的C–Cl 鍵圍繞中央的碳原子完全對稱地排佈，四個C–Cl 鍵的極性互相抵消。 (1)

d) 描述你如何進行實驗，以測試CCl_4 是否帶極性的液體。

用毛皮摩擦聚乙烯棒，

把帶電荷棒移近從滴定管流出的CCl_4 液體流，並留意液體流是否有任何偏移。 (1)

帶極性的液體會有偏移。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

18 BF_3 和NH_3 都以簡單分子存在。

a) 為下列每一分子，繪出它的三維結構。

- BF_3
- NH_3

b) 分別解釋這些分子是否帶極性。

c) BF_3 與NH_3 反應生成F_3BNH_3。描述在BF_3 與NH_3 間鍵的生成。

(HKDSE, Paper 1B, 2013, 2)

香港公開考試試題答案從略（如適用）。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

19 下表列出鹵素的電負性。

鹵素	電負性
氟	4.0
氯	3.2
溴	3.0
碘	2.7

a) 寫出「電負性」一詞的定義。

元素的電負性是量度在共價鍵合中，原子把鍵合電子吸向己方的能力。(1)

b) 描述電負性沿族由上至下的趨勢。

遞減 (1)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

c) 解釋為甚麼溴的揮發性較氯的低。

溴分子較氯分子大。/ 溴分子比氯分子具較多電子。 (1)
所以，溴分子之間的范德華力較氯分子之間的強。 (1)

d) 下表列出鹵化氫的沸點。沸點從氯化氫至碘化氫依次遞增。解釋為甚麼氟化氫沒有依循這個趨勢。

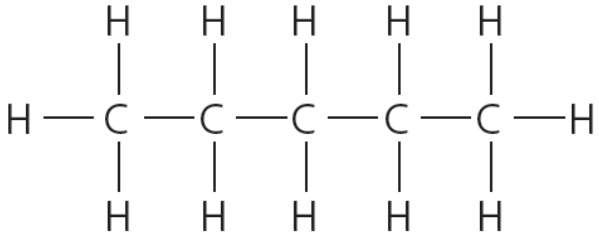
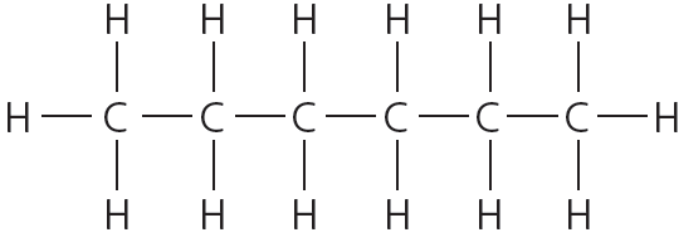
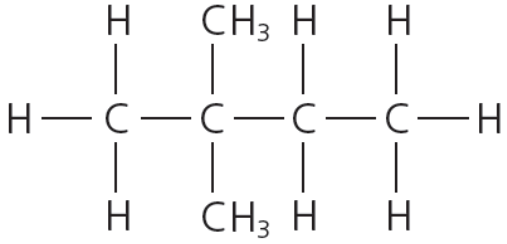
鹵化氫	沸點 (°C)
氟化氫	293
氯化氫	188
溴化氫	206
碘化氫	238

氟化氫分子之間有氫鍵（及范德華力）。 (1)
氫鍵較范德華力強得多，需要吸入大量的熱才能克服氟化氫分子之間的氫鍵。 (1)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

20 下表列出三種碳化合物的沸點。

化合物	分子式	結構	沸點 (°C)
X	C_5H_{12}		36
Y	C_6H_{14}		69
Z	C_6H_{14}		50

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

a) 解釋為甚麼化合物Y 的沸點較化合物X 的高。

Y 的分子較 X 的分子大。/ Y 的分子比X 的分子具較多電子。 (1)
所以，Y 的分子之間的范德華力較X 的分子之間的強。 (1)

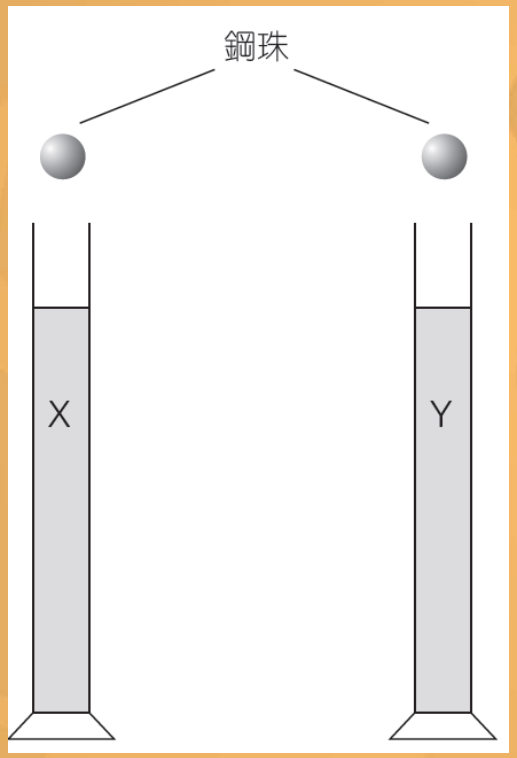
b) 解釋為甚麼化合物Y 的沸點較化合物Z 的高。

Y 的分子較長及較分散， 表面面積較大， 它與相鄰分子有較大的接觸面積。
相反，Z 的分子較小巧及像球狀， 它與相鄰分子的接觸面積較小。
(1)
所以，Y 的分子之間的范德華力較Z 的分子之間的強。 (1)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

c) 把兩顆完全相同的鋼珠，分別加進兩支分別盛載着相同體積的化合物X 和Y 的豎直玻璃管中。在哪支管中，鋼珠需要較長時間才到達管底？解釋你的答案。



Y 中的鋼珠需要較長時間才到達管底， 原因是Y 的分子間引力較強，所以黏度較高。 (1)

按節練習 (頁57)

21 只有當氫原子與某些元素的原子鍵合時，才會形成氫鍵。寫出這些元素的名稱。

氮、氧和氟 (1)

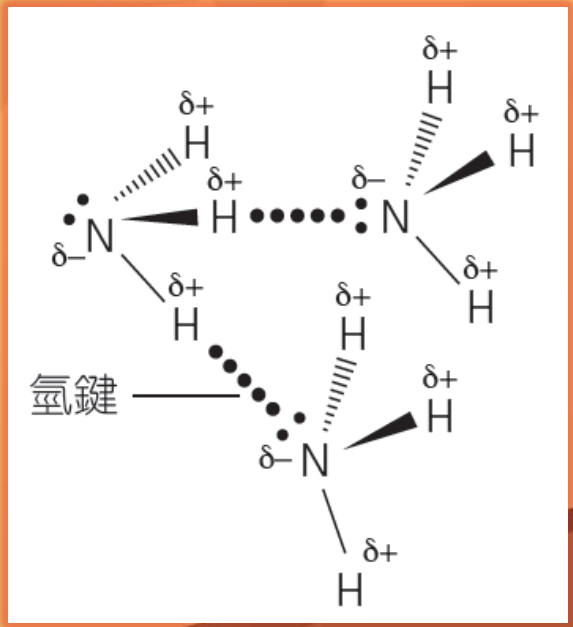
精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

22 氨氣冷卻時很容易凝結成液體。輔以一標示圖，解釋氨分子之間的氫鍵的形成。

氮原子的電負性很高。在氨分子中，氮原子把每個N–H 鍵的共用電子對吸向己方，使每個N–H 鍵的極性很強，而每個氫原子帶異常高的部分正電荷。 (1)

這氫原子被相鄰氨分子中的氮原子的孤電子對強烈地吸引，這種強大的分子間引力稱為氫鍵。 (1)



精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

23 a) 范德華力存在於所有分子之間。
這些引力怎樣形成？試解釋之。

考慮兩個相鄰分子X 和Y。每個分子的電子不停地在移動，如在某一瞬間，分子X 的一端較另一端有更多電子，分子的一端較另一端帶較多負電荷，形成暫時偶極。 (1)
分子X 的暫時偶極影響相鄰的分子Y 的電子分佈，繼而形成另一暫時偶極。 (1)
結果，分子X 的偶極的δ + 一端與分子Y 的誘發偶極的δ– 一端互相吸引。 (1)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

b) 下表列出甲醇（CH_3OH）和甲基硫醇（CH_3SH）的沸點。

化合物	沸點 (°C)
甲醇	65
甲基硫醇	6

i) 根據它們的分子間引力，解釋為甚麼這些化合物具不同的沸點。

甲醇分子之間有氫鍵；甲基硫醇分子之間只有范德華力。 (1)
氫鍵較范德華力強。 (1)

ii) 怎樣能把甲醇和甲基硫醇的混合物分離？

分餾/ 蒸餾 (1)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

c) 為甚麼甲硒醇（CH_3SeH）的沸點較甲基硫醇（CH_3SH）的高？
(AQA Advanced Subsidiary GCE, Unit 1, Jun. 2016, 2(a)–(c))

甲硒醇分子較甲基硫醇分子大。/ 甲硒醇分子比甲基硫醇分子具較多電子。 (1)
所以，甲硒醇分子之間的范德華力較甲基硫醇分子之間的強。 (1)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

24 從分子層面，解釋為甚麼冰的密度較水的低。

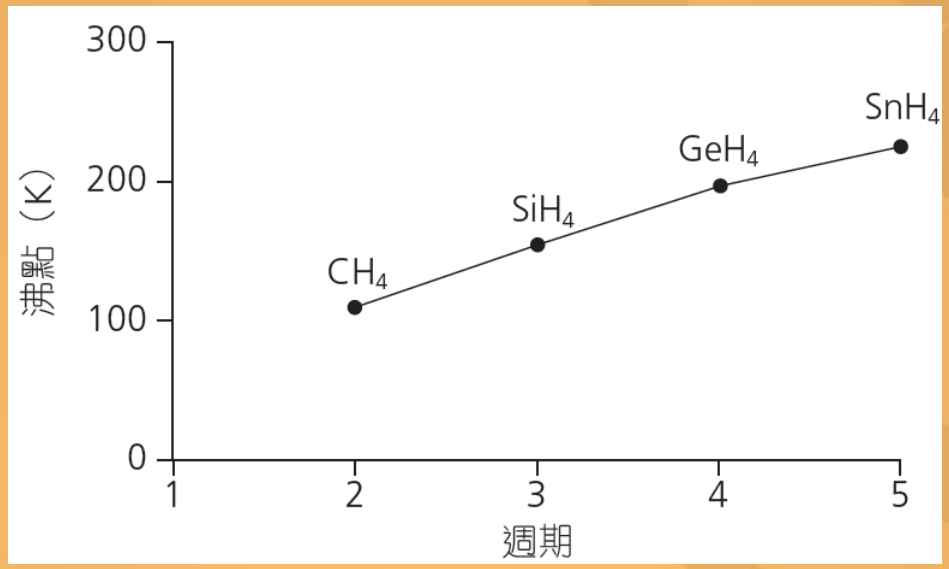
(HKDSE, Paper 1B, 2013, 1(c))

香港公開考試試題答案從略（如適用）。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

25 下圖展示第IV 族元素的氫化物的沸點。



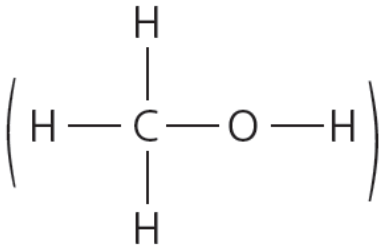
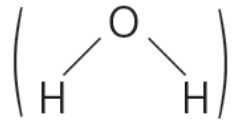
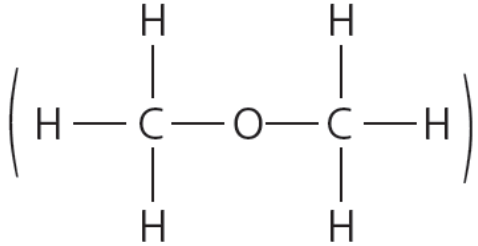
解釋由CH_4 至SnH_4 的沸點的趨勢，須包括所有涉及的引力的名稱。

第IV 族元素的氫化物的沸點沿族由CH_4 至SnH_4 依次遞增，
原因是氫化物分子之間的范德華力沿族由CH_4 至SnH_4 依次遞增。 (1)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

26 下表列出三種物質的沸點。

物質	沸點 (°C)
甲醇 	65
水 	100
甲氧基甲烷 	34.5

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

a) 解釋為甚麼甲醇的沸點較甲氧基甲烷的高。

甲醇分子之間有氫鍵；甲氧基甲烷分子之間只有范德華力。 (1)
氫鍵較范德華力強。 (1)

b) 解釋為甚麼水的沸點較甲醇的高。

水分子之間的氫鍵較甲醇分子之間的多。 (1)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

27 a) 解釋以下三個物質的沸點遞減次序：

$NH_3 > PH_3 > CH_4$

b) 繪出代表SF_6 分子形狀的三維圖形。

(HKDSE, Paper 1B, 2018, 3(b)–(c))

香港公開考試試題答案從略（如適用）。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按節練習 (頁57)

28 下表列出氨、氟和溴的沸點。

物質	沸點 (°C)
氨，NH_3	240
氟，F_2	83
溴，Br_2	331

解釋NH_3、F_2 和Br_2 的沸點的差異，須包括所有涉及的引力的名稱。

氨分子之間有氫鍵和范德華力；氟及溴各自分子之間則只有范德華力。 (1)
溴分子較氟分子大。/ 溴分子比氟分子具較多電子。 (1)
所以，溴分子之間的范德華力較氟分子之間的強。 (1)
溴分子之間的范德華力較氨分子之間的氫鍵和范德華力強。
氨分子之間的氫鍵和范德華力較氟分子之間的范德華力強。 (1)
傳意分數 (1)

按章練習 (頁66)

註： 題目按難度由淺至深（ 1 至5 級）分類：

題目以3 級或以上程度為目標；

題目以4 級或以上程度為目標；

題目以5 級程度為目標。

「 * 」顯示有效的傳意可取一分。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

第一部分 多項選擇題

1 下列哪個分子的形狀與其他分子的不同？

A PF_3
B NH_3
C PH_3
D BF_3

答案：D

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

2 下列哪項有關電負性的陳述正確？

A 非金屬的電負性較金屬的低。
B 橫越週期表的週期時，電負性遞減。
C 在週期表中，電負性沿族由上至下遞減。
D 電負性相同的原子之間的鍵是弱的。

(Edexcel Advanced Subsidiary GCE, Unit 2, Jun. 2013, 3)

答案：C

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

3 下列哪個鍵的極性最高？

A Cl–F
B Br–F
C I–F
D F–F

答案：C

題解：
鹵素的電負性沿族由上至下依次遞減，所以，在Cl與F、Br與F及I與F幾對之中，I與F彼此的電負性差異最大。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

4 下列的分子中，何者是極性的？

A CO_2
B PCl_3
C SiF_4
D SF_6

(HKDSE, Paper 1A, 2017, 12)

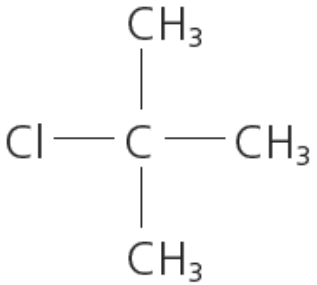
答案：B

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

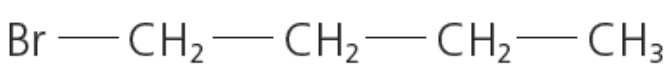
按章練習 (頁66)

5 考慮以下四種碳化合物（W、X、Y 和Z）。

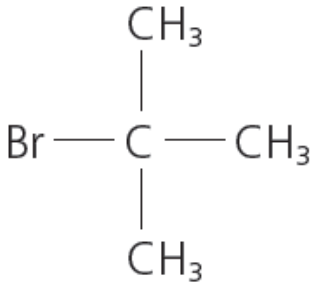
W



X



Y



Z

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

下列何者是這些化合物按沸點遞增的排序？

A X < W < Y < Z
B X < Z < W < Y
C Y < W < X < Z
D Y < Z < W < X

答案：B

題解：
W / Y 的分子較長及較分散，表面面積較大，它與相鄰分子有較大的接觸面積。
相反，X / Z 的分子較小巧及像球狀，它與相鄰分子的接觸面積較小。
所以，W / Y 的分子之間的范德華力較X / Z 的分子之間的強。
Y 的分子較W 的分子大。/ Y 的分子比W 的分子具較多電子。
所以，Y 的分子之間的范德華力較W 的分子之間的強。
故此，X 的沸點最低，而Y 的沸點最高。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

6 下列哪種化合物的沸點最高？

A HF
B H_2O
C NH_3
D CH_4

答案：B

題解：
每個水分子平均可形成兩個氫鍵；每個氨分子或氟化氫分子則只能形成一個氫鍵。水中的氫鍵較多。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

7 下列哪項陳述能用分子間氫鍵解釋？

A 乙醇（CH_3CH_2OH）的沸點較丙烷（$CH_3CH_2CH_3$ ）的高。
B 溴化氫（HBr）的沸點較氯化氫（HCl）的高。
C 硅烷（SiH_4）的沸點較甲烷（CH_4 ）的高。
D 丙酮（CH_3COCH_3）的沸點較丙烷（$CH_3CH_2CH_3$ ）的高。

答案：A

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

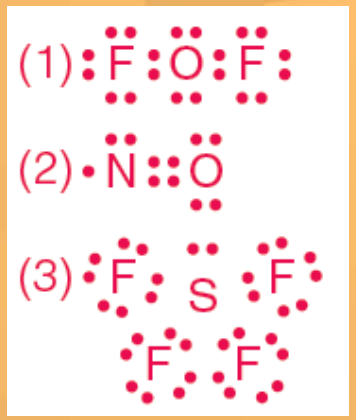
8 下列哪些分子具非八隅體結構？

(1) OF_2
(2) NO
(3) SF_4

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

答案：C

題解：
電子圖（只顯示最外層的電子）：



精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

9 下列的分子，何者是非極性？

(1) BCl_3
(2) PCl_3
(3) $CHCl_3$

A 只有(1)
B 只有(2)
C 只有(1) 和(3)
D 只有(2) 和(3)

(HKDSE, Paper 1A, 2018, 16)

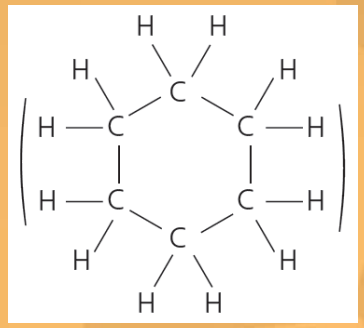
答案：A

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

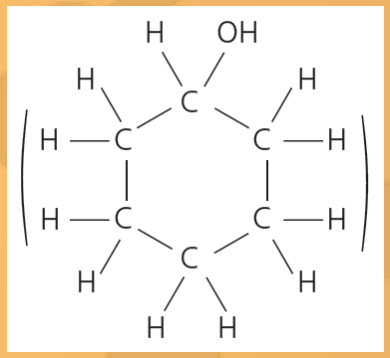
按章練習 (頁66)

10 極性液體受電場影響。下列的液體流，何者會受電場影響？

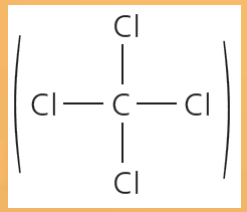
(1) 環己烷



(2) 環己醇



(3) 四氯甲烷



A 只有(1)
B 只有(2)
C 只有(1) 和(3)
D 只有(2) 和(3)

Answer: B

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

11 下列哪些是碘的特性？

(1) 它的電負性較溴的高。
(2) 它在常温常壓下是固體。
(3) 它的氫化物的沸點較溴化氫的高。

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

答案：C

題解：
(1) 碘的電負性較溴的低。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

指示：以下的題目（第12至14題）均由兩敘述句組成。學生需先判斷該兩敘述句是否正確，若兩敘述句均屬正確，再判斷第二敘述句是否第一敘述句的合理解釋，然後根據下表，從A 至D 四項中選出一個適用的答案：

A 兩敘述句均屬正確，而第二敘述句為第一敘述句的合理解釋。
B 兩敘述句均屬正確，但第二敘述句並非第一敘述句的合理解釋。
C 第一敘述句錯誤，但第二敘述句正確。
D 兩敘述句均屬錯誤。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

	第一述句	第二述句	
12	PCl_5 是極性分子。	P–Cl 鍵是極性的。	答案：C

題解：具極性的P–Cl 鍵圍繞中央的磷原子完全對稱地排佈，這些鍵的極性互相抵消。

13 H_2O 的沸點較HF 的為低。

氧的電負性較氟的為低。 答案：C

(HKDSE, Paper 1A, 2015, 24)

14 氯化氫的沸點高於氟化氫。

氯化氫分子的大小較氟化氫的為大。

(HKDSE, Paper 1A, 2013, 24)

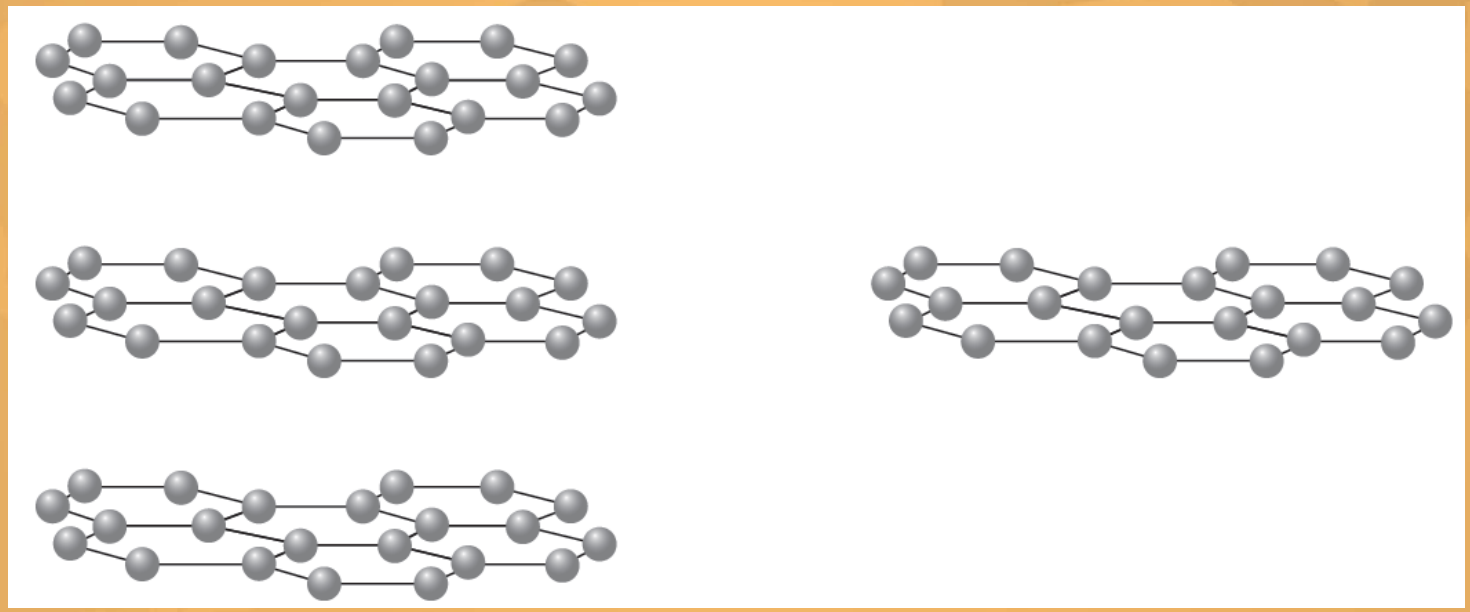
答案：C

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

第二部分 結構性問題

15 石墨是碳的一種形式，並具有層狀結構。石墨稀是石墨的個別單層。它們的結構如下所示：



石墨　　石墨烯

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

a) 使用黏貼膠紙可輕易把石墨烯薄片從石墨剝離。
   i) 解釋為甚麼可輕易把石墨烯剝離。
   ii) 解釋石墨烯能否導電。
   iii) 繪出一幅由石墨烯完全燃燒所生成化合物的分子的電子圖（只需顯示最外層的電子）。

b) 基於可輕易把石墨烯從石墨剝離的事實，某學生總結出石墨因其具有層狀結構而應有一低的熔點。解釋你是否贊同這個結論。

(HKDSE, Paper 1B, 2014, 1(a)–(b))

香港公開考試試題答案從略（如適用）。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

16 N_2O 是在大氣中形成的其中一種氮化合物。

N≡N→O

a) 繪出N_2O 分子的電子圖（只需顯示最外層的電子）。

(1)

b) 描述N_2O 分子的形狀，並加以解釋。

線形 (1)

就着有兩個電子團圍繞中央的氮原子來考慮，該兩個電子團因排斥而盡量互相遠離，以線形的方式排佈。 (1)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

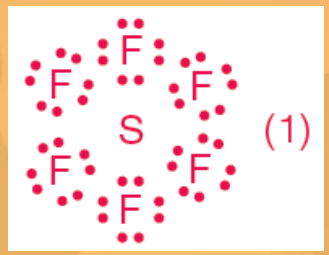
按章練習 (頁66)

17 硫和氟會化合生成非極性分子六氟化硫（SF_6）。

a) 在下圖中標示P–F 鍵的極性。 $\delta+$ $\delta-$

S–F (1)

b) i) 繪出SF6 分子的電子圖（只需顯示最外層的電子）。



(1)

ii) 解釋八隅體規則是否適用於SF_6 分子。

八隅體規則不適用於SF_6 分子，中央的硫原子的最外電子層有12 個電子。(1)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

c) i) 繪出SF_6 分子的三維結構，並解釋分子的形狀。

(1)

中央的硫原子的最外電子層的六對鍵合電子對因排斥而盡量互相遠離，以八面體形的方式排佈。 (1)

ii) 提出為甚麼即使SF_6 具有極性鍵，卻是非極性分子。

具極性的S–F 鍵圍繞中央的硫原子完全對稱地排佈，這些鍵的極性互相抵消。 (1)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

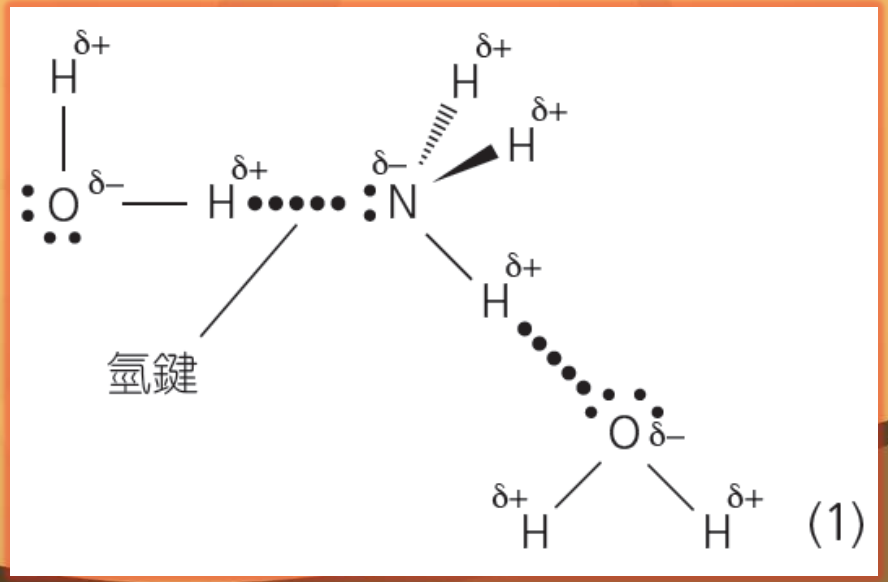
按章練習 (頁66)

18 氨分子具有極性共價鍵。

a) 以氨作為例子，解釋「極性共價鍵」一詞的意思。

極性鍵是共價鍵的一種，其中一個鍵合原子（在此例為N）比另一個鍵合原子（在此例為H）對鍵合電子對的吸力較強。(1)

b) 氨非常溶於水，這是因為氨分子能與水分子形成氫鍵。
繪出標示圖，以展示氨分子與水分子之間的氫鍵，須包括部分電荷和所有孤電子對。



精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

19 考慮CO_2、CS_2 和CH_2Br_2 各分子。

a) 為下列每一分子，繪出它的三維結構。

i) CS_2

ii) CH_2Br_2

b) 指出CH_2Br_2 內的極性鍵（一個或多個），並加以解釋。

c) 提出為甚麼在室溫室壓下，CO_2 是氣體但CS_2 是液體。

(HKDSE, Paper 1B, 2016, 4)

香港公開考試試題答案從略（如適用）。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

20 硫和氟一起反應，生成共價化合物SF_2、SF_4 和SF_6。

a) 提出一項原因，解釋為甚麼硫能生成SF_2、SF_4 和SF_6，氧卻只能生成OF_2。

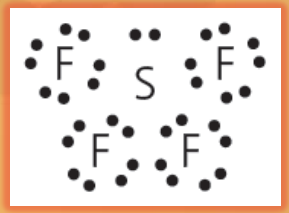
硫可化合生成其中的硫原子的最外電子層具超過8 個電子的化合物。/ 氧不能化合生成其中的氧原子的最外電子層具超過8 個電子的化合物。 (1)

b) 解釋為甚麼硫的氟化物具有極性鍵。

氟與硫的電負性不同。 (1)

c) i) 繪出SF_4 分子的電子圖（只需顯示最外層的電子）。

ii) 指出SF= 分子是否帶極性。解釋你的答案。



SF_4 分子是極性的。

中央的硫原子的最外電子層有一對孤電子對，圍繞中央硫原子的具極性的S–F鍵並非完全對稱地排佈，這些鍵的極性沒有互相抵消。 (1)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

d) i) 指出SF_6 分子的形狀。

八面體形 (1)

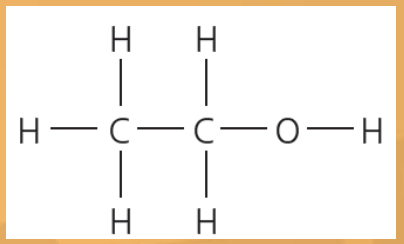
ii) 解釋為甚麼SF_6 分子是非極性的。

具極性的S–F 鍵圍繞中央的硫原子完全對稱地排佈，這些鍵的極性互相抵消。 (1)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

21 乙醇的結構顯示如下：



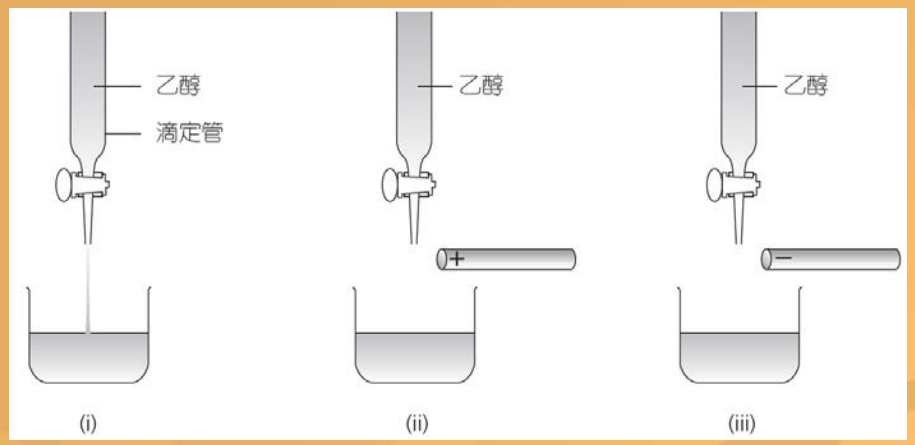
a) 寫出乙醇分子之間最強的引力的名稱。
這分子間引力怎樣形成？試解釋之。

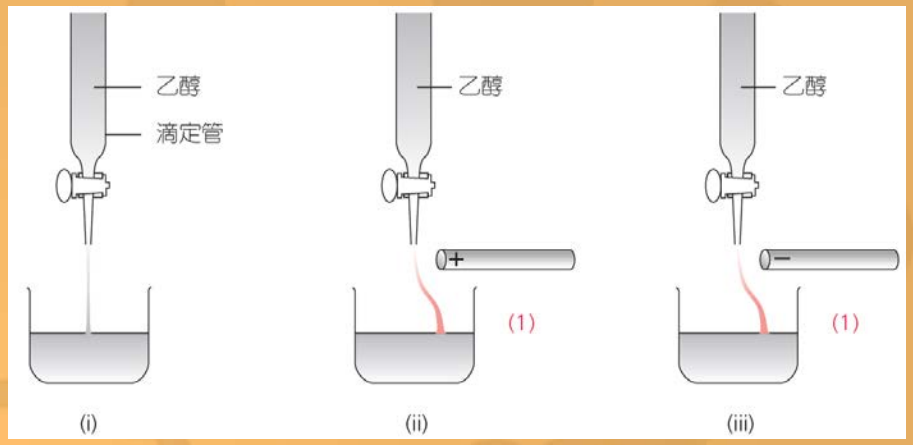
氫鍵 (1)
氧原子的電負性很高。在乙醇分子中，氧原子把O–H 鍵的共用電子對吸向己方，使O–H 鍵的極性很強，而氫原子帶異常高的部分正電荷。 (1)
這氫原子被相鄰乙醇分子中的氧原子的孤電子對強烈地吸引，這種強大的分子間引力稱為氫鍵。 (1)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

b) 圖(i) 展示由滴定管流出的乙醇液體流。





現把一帶正電荷棒和一帶負電荷棒分別移近乙醇液體流，如圖(ii) 和(iii) 所示。就(ii) 和(iii) 每個情況，繪出並解釋你所預期的觀察結果。

乙醇分子是極性的。 (1)
帶正電荷棒移近乙醇液體流時，液體流會偏移。
乙醇分子帶負電荷的一端被帶電荷棒所吸引。 (1)
帶負電荷棒移近乙醇液體流時，液體流會偏移。
乙醇分子帶正電荷的一端被帶電荷棒所吸引。 (1)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

22 硅和磷都能與氟結合。硅生成四氟化硅（SiF_4）；磷則生成三氟化磷（PF_3）和五氟化磷（PF_5）。

a) 這些氟化物分子的中央原子，何者具有非八隅體電子排佈？解釋你的選擇。

PF_6

就PF_5 而言，中央的磷原子的最外電子層有10 個電子。 (1)

b) 解釋為甚麼SiF_4 分子和CH_4 分子呈相同形狀。

在CH_4 分子和SiF_4 分子中，中央的原子的最外電子層都有四對鍵合電子，這些電子對因排斥而盡量互相遠離，以四面體形的方式排佈。 (1)

c) i) 在下圖中展示在磷的氟化物中P–F 鍵的極性。

$\delta+$ $\delta-$

P–F (1)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

c) ii) 解釋為甚麼該鍵是極性的。

磷與氟的電負性不同。(1)

iii) 就每個磷的氟化物（PF_3 和PF_5）的分子，指出它是否帶極性，並加以解釋。

PF_3 分子是極性的。

中央的磷原子的最外電子層有一對孤電子對，圍繞中央磷原子的具極性的P–F 並非完全對稱地排佈，這些鍵的極性沒有互相抵消。(1)

PF_5 分子是非極性的。

具極性的P–F 鍵圍繞中央的磷原子完全對稱地排佈，這些鍵的極性互相抵消。(1)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

23 下表列出四種烷的沸點。

烷	甲烷	乙烷	丙烷	丁烷
	CH_4	CH_3CH_3	$CH_3CH_2CH_3$	$CH_3CH_2CH_2CH_3$
沸點 (K)	111	184	231	273

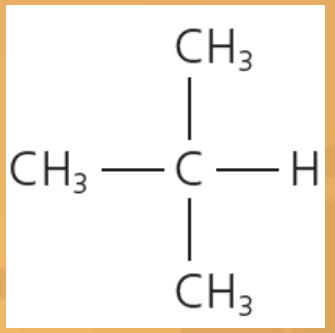
a) 提出由甲烷至丁烷，沸點依次遞增的原因。

每個分子的大小 / 所具的電子的數目由甲烷至丁烷依次遞增。 (1)
所以，分子之間的范德華力的強度由甲烷至丁烷依次遞增。 (1)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

b) 甲基丙烷的結構顯示如下：



甲基丙烷的分子式與丁烷的分子式相同。甲基丙烷的沸點是261 K。解釋此數值與丁烷的沸點之間的差異。

丁烷分子較長及較分散，表面面積較大，它與相鄰分子有較大的接觸面積。(1)
相反，甲基丙烷分子較小巧及像球狀，它與相鄰分子的接觸面積較小。
所以，丁烷分子之間的范德華力較甲基丙烷分子之間的強。 (1)

按章練習 (頁66)

24 下表列出一些元素的電負性值。

元素	H	C	N	O	F
電負性	2.2	2.6	3.0	3.4	4.0

a) 指出在以下物質中分子之間最強的引力的類別。

i) 甲烷（CH_4） 范德華力 (1)

ii) 氟化氫（HF） 氫鍵 (1)

b) 在(a)(ii) 中指出的分子間引力怎樣在兩個氟化氫分子之間形成？試根據上表的數值加以解釋。

氟原子的電負性很高。在氟化氫分子中，氟原子把H–F 鍵的共用電子對吸向己方，使H–F 鍵的極性很強，而氫原子帶異常高的部分正電荷。 (1)

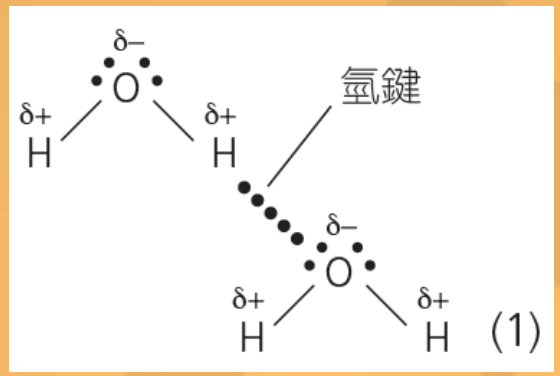
這氫原子被相鄰氟化氫分子中的氟原子的孤電子對強烈地吸引，這種強大的分子間引力稱為氫鍵。 (1)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

25 水具有氫鍵。

a) 繪出一標示圖，展示兩個水分子之間的氫鍵，須包括部分電荷和所有孤電子對。



(1)

b) 提出水因氫鍵而衍生的兩項不尋常的性質，並加以解釋。

性質1 及解釋

冰的密度較水的低。 (1)

在冰的結構中，每個水分子均被另外四個水分子以四面體形的方式包圍，這些分子以分子間的氫鍵互相連繫，形成一個「敞開」的結構，該結構中的水分子互相較為分離。 (1)

性質2 及解釋

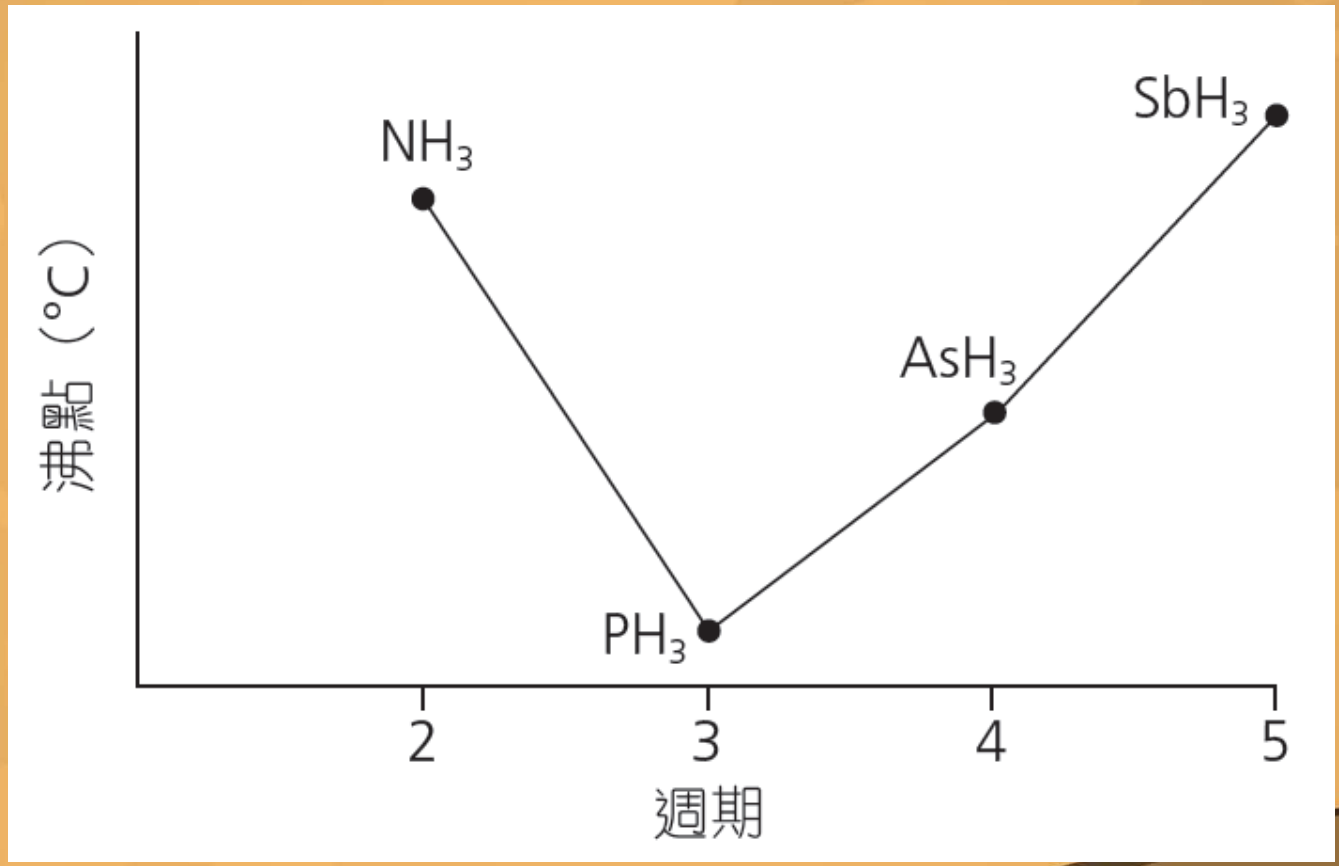
冰具相對高的熔點。 (1)

水分子之間的氫鍵相對強。 (1)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

26 下圖展示第V 族的氫化物的沸點的趨勢：



精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

a) 寫出PH_3 沸騰時需要克服的引力的名稱。甚麼導致該引力？試解釋之。

范德華力 (1)

考慮兩個相鄰的PH_3 分子。每個分子的電子不停地在移動，如在某一瞬間，當中的一個PH_3 分子的一端較另一端有更多電子，分子的一端較另一端便帶較多負電荷，形成暫時偶極。

這個PH_3 分子的暫時偶極影響相鄰的PH_3 分子的電子分佈，繼而形成另一暫時偶極。 (1)

結果，首個PH_3 分子的偶極的δ+ 一端與另一個PH_3 分子的誘發偶極的δ– 一端互相吸引。 (1)

b) 解釋由PH_3 至SbH_3 的沸點的趨勢。

每個分子的大小 / 所具的電子的數目由PH_3 至SbH_3 依次遞增， (1)

所以，分子之間范德華力的強度由PH_3 至SbH_3 依次遞增。 (1)

c) 解釋為甚麼NH3 的沸點不依循這個趨勢。

NH_3 分子之間有氫鍵，而氫鍵較范德華力強。 (1)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

27 解釋以下三個物質的沸點的遞增順序：

$H_2 < F_2 < HF$

(HKDSE, Paper 1B, 2017, 5)

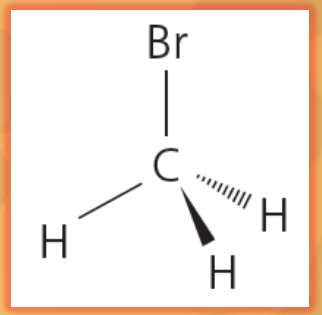
香港公開考試試題答案從略（如適用）。

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

按章練習 (頁66)

28 下表列出溴甲烷、氯甲烷和水的沸點。

	沸點 (K)
溴甲烷 (CH_3Br)	277
氯甲烷 (CH_3Cl)	249
水 (H_2O)	373



a) 繪出CH_3Br 分子的三維結構。

b) 辨別CH_3Br 中的極性鍵，並加以解釋。

C–H 和C–Br 鍵均具極性。
C與H / C 與Br 各對中二者的電負性不同。 (1)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印

Topic Exercise (p.66)

c) 指出CH_3Br 分子是否帶極性，並加以解釋。

CH_3Br 分子是極性的。

在CH_3Br 分子中，四個鍵以四面體形的方式排佈，然而，C–Br 鍵的極性與 C–H 鍵的不同，因此，

這些鍵的極性沒有互相抵消。 (1)

d) 解釋為甚麼CH_3Br 的沸點較CH_3Cl 的高。

CH_3Br 分子較CH_3Cl 分子大。/ CH_3Br 分子比CH_3Cl 分子具較多電子。

所以，CH_3Br 分子之間的范德華力較CH_3Cl 分子之間的強。 (1)

e) 解釋為甚麼H_2O 的沸點較CH_3Br 的高。

H_2O 分子之間有氫鍵；CH_3Br 分子之間則只有范德華力 (1)

氫鍵較范德華力強。 (1)

精工出版社 • 版權所有 不得翻印