

大學入學考試中心
107學年度指定科目考試試題

化學考科

—作答注意事項—

考試時間：80分鐘

作答方式：

- 選擇題用 2B 鉛筆在「答案卡」上作答；更正時，應以橡皮擦擦拭，切勿使用修正液（帶）。
- 非選擇題用筆尖較粗之黑色墨水的筆在「答案卷」上作答；更正時，可以使用修正液（帶）。
- 未依規定畫記答案卡，致機器掃描無法辨識答案；或未使用黑色墨水的筆書寫答案卷，致評閱人員無法辨認機器掃描後之答案者，其後果由考生自行承擔。
- 答案卷每人一張，不得要求增補。

參考資料

說明：下列資料，可供回答問題之參考

一、元素週期表（1~36 號元素）

1 H 1.0																	2 He 4.0
3 Li 6.9	4 Be 9.0											5 B 10.8	6 C 12.0	7 N 14.0	8 O 16.0	9 F 19.0	10 Ne 20.2
11 Na 23.0	12 Mg 24.3											13 Al 27.0	14 Si 28.1	15 P 31.0	16 S 32.1	17 Cl 35.5	18 Ar 40.0
19 K 39.1	20 Ca 40.1	21 Sc 45.0	22 Ti 47.9	23 V 50.9	24 Cr 52.0	25 Mn 54.9	26 Fe 55.8	27 Co 58.9	28 Ni 58.7	29 Cu 63.5	30 Zn 65.4	31 Ga 69.7	32 Ge 72.6	33 As 74.9	34 Se 79.0	35 Br 79.9	36 Kr 83.8

二、理想氣體常數 $R = 0.0820 \text{ L atm K}^{-1}\text{mol}^{-1} = 8.31 \text{ J K}^{-1}\text{mol}^{-1}$

第壹部分：選擇題（占 80 分）

一、單選題（占 60 分）

說明：第1題至第20題，每題有5個選項，其中只有一個是正確或最適當的選項，請畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題答對者，得3分；答錯、未作答或畫記多於一個選項者，該題以零分計算。

1. 根據下列的鍵能數據，試問下列分子中，哪一個具有最容易斷裂的單鍵？

C-H 413 kJ/mol

O-H 467 kJ/mol

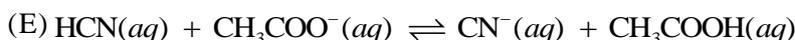
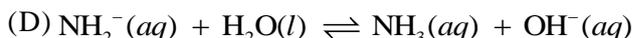
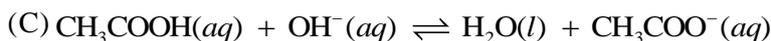
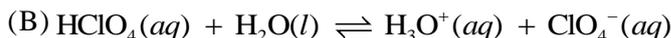
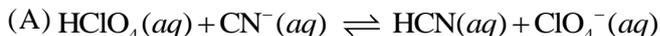
O-O 146 kJ/mol

H-H 432 kJ/mol

N-H 391 kJ/mol

- (A) 氫氣 (B) 過氧化氫 (C) 水 (D) 氨 (E) 甲烷

2. 相同的溫度下，下列五種物質在水中之酸性強弱順序為 $\text{HClO}_4 > \text{CH}_3\text{COOH} > \text{HCN} > \text{H}_2\text{O} > \text{NH}_3$ 。試問下列哪一個反應式的平衡常數最小？



3. 甲、乙、丙為週期表中第三列的三種元素，圖 1 表示其游離能與失去電子數目的關係。下列有關甲、乙、丙元素的敘述，哪一選項錯誤？

- (A) 甲的原子半徑比丙小
(B) 乙的電負度比丙大
(C) 甲的氧化物可溶於強酸中，亦可溶於強鹼中
(D) 乙與碳形成的化合物具有高熔點、高沸點和高延展性的特性
(E) 丙元素的氧化物溶於水呈鹼性

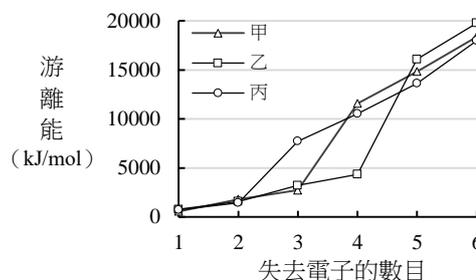


圖 1

4. 以 0.1 M 的 NaOH 水溶液滴定某一體積為 20 mL、濃度未知的有機單質子酸溶液，其滴定曲線如圖 2 所示。下列有關此滴定實驗的敘述，哪一選項正確？

- (A) 此滴定反應可選擇甲基紅（變色範圍為 pH 4-6）為指示劑
(B) 此有機酸的濃度為 0.05 M
(C) 在 B 點之溶液中 H^+ 的莫耳數等於 OH^- 的莫耳數
(D) 在 C 點之溶液為一緩衝溶液
(E) 此有機酸的解離常數小於 1.0×10^{-4}

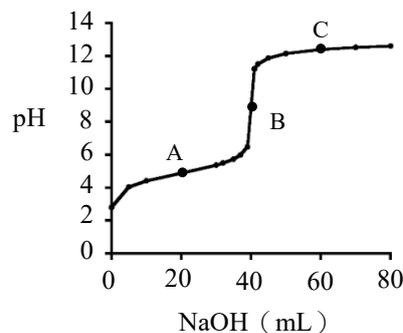


圖 2

5-6題為題組

賈同學在實驗室發現一瓶標籤已脫落的白色粉末狀試藥，為了探究此未知化合物為何，於是依照實驗手冊中[凝固點下降的測定]實驗之步驟做了兩組凝固點測定，以求得此未知物的分子量。

[實驗一] 水的凝固點測定：將純水倒入已置於冷劑（食鹽加冰塊）的試管中（圖 3），並立即攪拌，每 30 秒記錄水的溫度。

[實驗二] 未知化合物溶液的凝固點測定：秤取 9.75 克的白色粉末，溶於 50 毫升的純水，攪拌使樣品完全溶解，再如實驗一的步驟將此化合物溶液倒入試管中，每 30 秒記錄溶液的溫度。

賈同學分別將兩組實驗的數據，以時間（分）為橫軸，溫度（ $^{\circ}\text{C}$ ）為縱軸作圖，得到如圖 4 的冷卻曲線。

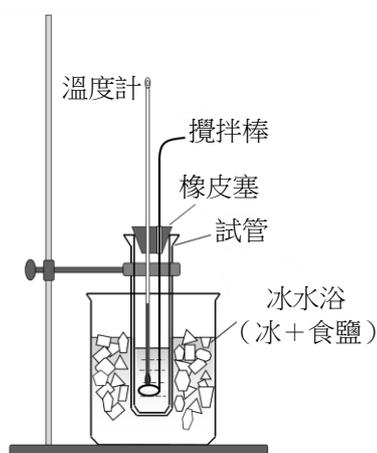


圖 3 凝固點測定裝置

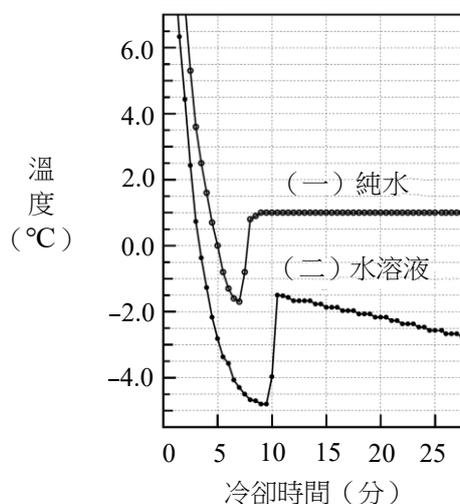


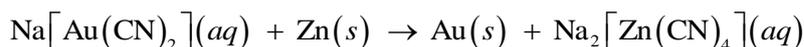
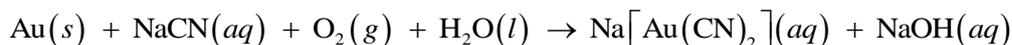
圖 4 冷卻曲線圖

- 試問此化合物的水溶液凝固點下降度數（ $^{\circ}\text{C}$ ）應最接近下列哪一選項？
(A) 0.7 (B) 1.4 (C) 2.0 (D) 2.8 (E) 4.8
- 已知水的凝固點下降常數為 $1.86^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ，則下列哪一選項最可能是此未知化合物的化學式？
(A) NaCl (B) MgCl_2 (C) $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ (D) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (E) $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
- 早期新北市金瓜石附近除了產金外亦發現銅礦。由銅礦石所得到的粗銅常混著金、銀、鋁、鐵、白金及鋅等金屬。粗銅的純度不高，不適合作為電線、電纜的材料，但可經由電解精煉以提高銅的純度。銅的電解精煉如同實驗室的電解電鍍，精煉時以硫酸銅溶液為電解液，以純銅（精銅）與粗銅分別為兩電極，經通電一段時間後，純銅上的銅增多，同時其中一電極的下方會有金屬泥堆積。下列有關電解精煉銅的敘述，哪一選項正確？
(A) 金屬泥位於陰極下方 (B) 金屬泥中含有金
(C) 金屬泥中含有鐵 (D) 電解液可以改為硫酸銀溶液
(E) 以粗銅為陰極，精銅為陽極
- 1-乙炔基環戊烯分子之碳原子鍵結的混成軌域種類與下列哪一個化合物相同？
(A) 2,3-戊二烯 (B) 2-丁炔 (C) 1,4-環己二烯 (D) 甲苯 (E) 丁烯

9. 生物體內含有許多不同種類的脂肪酸，其碳鏈中的碳-碳鍵均為單鍵者稱為飽和脂肪酸，具碳-碳雙鍵者稱為不飽和脂肪酸，不飽和脂肪酸中的碳-碳雙鍵可經由氫化反應形成飽和脂肪酸。若欲使下列 1 莫耳的不飽和脂肪酸完全氫化為飽和脂肪酸，則哪一選項所需的氫氣莫耳數最多？（括弧內為各脂肪酸的分子式）
- (A) 棉籽油中的軟脂油酸 ($C_{16}H_{30}O_2$) (B) 向日葵籽油中的亞麻油酸 ($C_{18}H_{32}O_2$)
(C) 豬油中的油酸 ($C_{18}H_{34}O_2$) (D) 紫蘇油中的次亞麻油酸 ($C_{18}H_{30}O_2$)
(E) 魚油中的DHA ($C_{22}H_{32}O_2$)
10. 有關下列物質的敘述，哪一選項錯誤？
- (A) 鑽石與石墨皆為共價網狀固體，但二者的立體結構不同
(B) NO_2^- 為一彎曲形離子
(C) NF_3 為一平面三角形分子
(D) CF_4 雖為非極性分子，但具有極性的共價鍵
(E) 臭氧分子 (O_3) 為極性分子，並具有共振結構

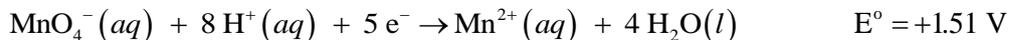
11-12題為題組

氰化鈉 ($NaCN$) 是毒化物，與水反應易生成毒性極強的氰化氫 (HCN)。人體在短時間內，若吸入高濃度的氰化氫，會導致呼吸停止而死亡。然而，氰化鈉可以提煉黃金，首先將含金的礦物與氰化鈉、氧及水混合反應，生成水溶性的 $Na[Au(CN)_2]$ 與 $NaOH$ 。其次是將生成的混合物過濾，將其濾液中和後，再與鋅反應，可得到金。此二反應式（係數未平衡）如下：



11. 試問 $Na[Au(CN)_2]$ 與 $Na_2[Zn(CN)_4]$ 中的 Au、Zn 的氧化數分別為何？
- (A) +1、+2 (B) +2、+1 (C) +2、+2 (D) +3、+1 (E) +3、+2
12. 下列相關敘述，哪一選項正確？
- (A) 氰化氫分子中沒有孤電子對
(B) 氰化氫中碳和氮之間是以雙鍵的形式鍵結
(C) 欲得 1 莫耳的金，理論上需用 4 莫耳的氰化鈉
(D) 欲得 1 莫耳的金，理論上需用 0.5 莫耳的鋅
(E) 將 1 莫耳的 $Na_2[Zn(CN)_4]$ 溶於水，會產生 7 莫耳的離子
13. 石油氣的主要成分是丙烷 (C_3H_8) 和丁烷 (C_4H_{10})，今取少量丙烷和丁烷的混合氣體在充足的氧氣下完全燃燒，將所得的產物，先經過含無水過氯酸鎂的吸收管，再經過含氫氧化鈉的吸收管，兩管的質量分別增加 5.58 克及 10.56 克。試問此混合氣體中，丙烷的莫耳分率應為下列哪一選項？
- (A) $\frac{2}{3}$ (B) $\frac{3}{4}$ (C) $\frac{2}{5}$ (D) $\frac{3}{5}$ (E) $\frac{4}{7}$

14. 在 25°C時，下列三個半反應的標準還原電位如下：



則在標準狀態下，下列何者為最強的還原劑？

- (A) $\text{Al}^{3+}(\text{aq})$ (B) $\text{Al}(\text{s})$ (C) $\text{I}_2(\text{s})$ (D) $\text{I}^{-}(\text{aq})$ (E) $\text{MnO}_4^{-}(\text{aq})$

15. 氟化鉛 (PbF_2) 為難溶於水的化合物，其溶度積 (K_{sp}) 為 3.2×10^{-8} ，而氫氟酸 (HF) 是弱酸，其酸解離常數 K_a 為 6.8×10^{-4} 。若取過量的 PbF_2 固體，加入水中形成飽和溶液，並有剩餘未溶解的 PbF_2 固體。試問加入下列哪一物質於此溶液中，最能增加 PbF_2 的溶解度？

- (A) $\text{HNO}_3(\text{aq})$ (B) $\text{NaNO}_3(\text{aq})$ (C) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$
(D) $\text{NaF}(\text{aq})$ (E) $\text{PbF}_2(\text{s})$ 晶體

16-17題為題組

去年八月，某一水圳森林公園的湖水有一段時間常出現死魚，經家畜疾病防治所採取該湖水樣品化驗，發現常見危害環境的化學物質含量並未超過法規標準，死魚樣體送驗也未驗出任何病毒。

16. 下列有關該湖水水質的敘述，何者正確？

- (A) 公園湖水若未被污染，則湖內除了水外不含有任何化合物
(B) 此地風大時，湖上的空氣會迅速被風帶走，依勒沙特列原理，此時湖水中的溶氧量會降低
(C) 夏季高溫可使該湖水中溶氧量減少，致使魚群死亡
(D) 若遊客餵食湖內的魚類，使有機物堆積於湖底，有助於水質優養化，可減少湖內魚類的死亡
(E) 若湖水樣品中的二氧化碳濃度下降，則其pH值會略為下降

17. 在 25°C時，湖水樣品化驗結果顯示湖水之 pH 值為 7.98，假設此數值完全受湖水中某鹼性化合物甲的影響，而當時化合物甲的濃度為 0.01 M，則其鹼解離常數應最接近下列哪一數值？

- (A) 10^{-4} (B) 10^{-6} (C) 10^{-8} (D) 10^{-10} (E) 10^{-12}

18-19題為題組

林同學欲探究實驗室內一瓶陳舊氯酸鉀 (KClO_3) 試藥的純度，由上課所學得知：氯酸鉀在高溫下可完全分解產生氯化鉀和氧氣，於是取此氯酸鉀試樣 1.50 g，將其加熱分解，以排水集氣法收集氧氣，直到不再有氧氣產生，共收集 250 mL 的氧氣。若實驗時，水的溫度為 32°C、大氣壓力為 736 mmHg。依上述實驗數據，試回答下列問題。(已知 32°C 時水的飽和蒸氣壓為 36 mmHg，且氧氣的溶解度極小，可忽略不計)

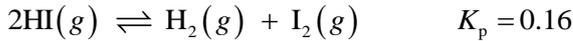
18. 此實驗共收集多少莫耳的氧氣？

- (A) 1.6×10^{-3} (B) 4.1×10^{-3} (C) 9.2×10^{-3} (D) 8.8×10^{-2} (E) 7.3×10^{-2}

19. 此氯酸鉀試藥的純度，最接近下列哪一數值 (%)？

- (A) 32 (B) 50 (C) 75 (D) 89 (E) 95

20. 將 1.92 克 HI 氣體注入 1.0 公升的真空容器內，在 732K 下進行下列反應：



當反應達平衡時，容器內總壓為 0.90 大氣壓，則此時 HI(g) 的分壓為多少大氣壓？(HI，分子量 = 128)

- (A) 0.20 (B) 0.25 (C) 0.40 (D) 0.50 (E) 0.80

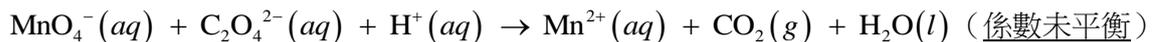
二、多選題 (占 20 分)

說明：第 21 題至第 25 題，每題有 5 個選項，其中至少有一個是正確的選項，請將正確選項畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題之選項獨立判定，所有選項均答對者，得 4 分；答錯 1 個選項者，得 2.4 分；答錯 2 個選項者，得 0.8 分；答錯多於 2 個選項或所有選項均未作答者，該題以零分計算。

21. 電子組態是原子或離子中之電子在軌域的排列狀態，下列原子或離子的基態電子組態，哪些正確？

- (A) C : [He] $\begin{array}{c} \uparrow \\ 2s \end{array}$ $\begin{array}{c} \uparrow \uparrow \uparrow \\ 2p \end{array}$
- (B) N : [He] $\begin{array}{c} \uparrow\downarrow \\ 2s \end{array}$ $\begin{array}{c} \uparrow \downarrow \uparrow \\ 2p \end{array}$
- (C) Ca : [Ar] $\begin{array}{c} \uparrow\downarrow \\ 4s \end{array}$ $\begin{array}{c} \square \square \square \square \\ 3d \end{array}$
- (D) Cr : [Ar] $\begin{array}{c} \uparrow \\ 4s \end{array}$ $\begin{array}{c} \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \\ 3d \end{array}$
- (E) Mn^{2+} : [Ar] $\begin{array}{c} \square \\ 4s \end{array}$ $\begin{array}{c} \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \\ 3d \end{array}$

22. 室溫時，小明進行草酸鎂的溶度積 (K_{sp}) 測定實驗，將 1.12 g 草酸鎂固體 (MgC_2O_4 ，式量 = 112) 置於燒杯中，加入 100.0 mL 純水，並充分攪拌以達溶解平衡，過濾去除未溶解之草酸鎂固體後，得到飽和草酸鎂溶液。精確量取 25.0 mL 飽和草酸鎂溶液至錐形瓶中，並加入適量的 1.0 M $\text{H}_2\text{SO}_4(aq)$ 溶液後，以 0.010 M 過錳酸鉀溶液進行滴定，共用了 10.0 mL 始達滴定終點。此滴定的反應式為：



下列有關此實驗的敘述，哪些正確？

- (A) 此滴定反應中，草酸根 ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$) 為氧化劑
- (B) 此滴定反應不需外加指示劑，僅由溶液本身的顏色變化，即可判斷是否達到滴定終點
- (C) 當溶液呈現 Mn^{2+} 紫色，且維持 30 秒以上時，即表示達到滴定終點
- (D) 此滴定必須於酸性溶液中進行，以避免生成其他產物
- (E) 此實驗所測得的草酸鎂溶度積應接近 1.0×10^{-4}

23. 圖 5 為反應式 $A(aq) + B(aq) \rightleftharpoons C(aq)$ 之反應過程的能量變化。

下列有關此反應的敘述，哪些正確？

- (A) 該反應為放熱反應
- (B) 反應溫度升高時，反應平衡常數會下降
- (C) 反應溫度升高時，正向與逆向反應的速率常數皆增加
- (D) 反應達平衡時，正向反應速率大於逆向反應速率
- (E) 反應達平衡時，正向與逆向反應具有相同的速率常數

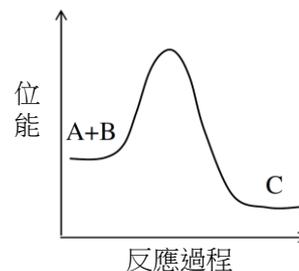


圖 5

24. 在麵包的製作過程中，常以小蘇打 (NaHCO_3) 做為膨鬆劑，然而在使用小蘇打之前，碳酸氫銨 (NH_4HCO_3) 亦曾是這類食品的膨鬆劑。使用碳酸氫銨時，於麵包烘焙過程中 (約 190 至 230°C) 會釋出甲、乙與丙三種氣體，其中甲有刺鼻味，而乙與丙均沒有味道。若於同溫度範圍內使用小蘇打烘焙麵包時，則會產生兩種氣體及碳酸鈉 (Na_2CO_3)。

下列有關此兩種烘焙過程的敘述，哪些正確？

- (A) 每 1 莫耳的碳酸氫銨會產生 4 莫耳的氣體
- (B) 每 1 莫耳的小蘇打會產生 3 莫耳的氣體
- (C) 使用小蘇打時，不會產生甲
- (D) 使用小蘇打時，會產生乙與丙
- (E) 使用碳酸氫銨時，所產生的甲是尿素 ($(\text{NH}_2)_2\text{CO}$)

25. 下列有關 1-丁炔與 2-丁炔的敘述，哪些正確？

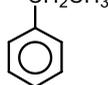
- (A) 1-丁炔可與 2 莫耳的溴化氫進行加成反應產生二溴丁烷
- (B) 2-丁炔可與 2 莫耳的溴進行取代反應產生四溴丁烷
- (C) 在硫酸與硫酸汞的催化下，1-丁炔可與水反應生成丁醛
- (D) 在硫酸與硫酸汞的催化下，2-丁炔可與水反應生成丁酮
- (E) 1-丁炔與 2-丁炔互為幾何異構物

第貳部分：非選擇題 (占 20 分)

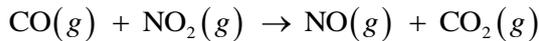
說明：本部分共有三大題，答案必須寫在「答案卷」上，並於題號欄標明大題號 (一、二、三) 與子題號 (1、2、……)，作答時不必抄題，若因字跡潦草、未標示題號、標錯題號等原因，致評閱人員無法清楚辨識，其後果由考生自行承擔。計算題必須寫出計算過程，最後答案應連同單位劃線標出。作答務必使用筆尖較粗之黑色墨水的筆書寫，且不得使用鉛筆。每一子題配分標於題末。

一、化合物甲、乙、丙、丁、戊皆為苯的衍生物且互為同分異構物，分子式為 $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$ 。其中，化合物甲可經數步驟的化學反應合成止痛劑阿司匹靈。化合物乙與過錳酸鉀溶液在鹼性條件下共熱，再經酸處理可得苯甲酸。已知五個化合物中，化合物丙的沸點最低。化合物乙可與乙酸在硫酸的催化下反應，脫水生成化合物己。試寫出化合物甲、乙、丙、己的結構式。(每一結構式 2 分，共 8 分)

範例：乙基苯的結構式可書寫如右：



二、洪同學在實驗室測量下列反應的反應速率：



反應物的初濃度及所得的初速率如下表所示：

[CO] _初 (M)	[NO ₂] _初 (M)	初速率 (M/s)
0.10	0.10	0.0020
0.10	0.20	0.0080
0.20	0.20	0.0080

此反應的反應速率定律式可書寫為：速率 = $k[\text{CO}]^m[\text{NO}_2]^n$

試列出計算式，並求出下列數值。(每一子題 2 分，共 6 分)

1. 速率定律式中的 m 與 n 值。(2 分)
2. 速率定律式中的速率常數 k 。(2 分)
3. 當 $[\text{CO}]_{\text{初}} = 0.40 \text{ M}$ ， $[\text{NO}_2]_{\text{初}} = 0.10 \text{ M}$ 時，此反應的初速率。(2 分)

三、瓶裝汽水是一種碳酸飲料，其製備是利用亨利定律的原理，將數個大氣壓力的 $\text{CO}_2(g)$

壓入含糖及調味料飲用水的玻璃瓶中後，再加以密封。

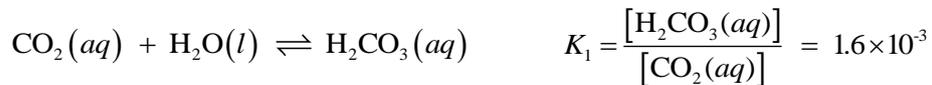
依據亨利定律，低溶解度的氣體在溶劑中的溶解度 (S) 與液面上該氣體的分壓 (p) 成正比，其比例常數稱為亨利定律常數 (k_H)，關係式可表示如下：

$$S = k_H \times p$$

式中的 S 與 p 的單位分別為體積莫耳濃度 (M) 與大氣壓力 (atm)，而 CO_2 的 k_H 與溫度的關係如圖 6 所示。

$\text{CO}_2(g)$ 溶入水中生成 $\text{CO}_2(aq)$ 後，小部分溶入水中的 $\text{CO}_2(aq)$ 會與水反應形成 $\text{H}_2\text{CO}_3(aq)$ ，在 25°C 時，

其平衡反應式與平衡常數如下：



而 $\text{H}_2\text{CO}_3(aq)$ 在水中會解離成 $\text{H}^+(aq)$ 與 $\text{HCO}_3^-(aq)$ ，其平衡反應式與平衡常數如下：



今有一未開罐的汽水瓶，於 25°C 時，瓶內上方的 $\text{CO}_2(g)$ 壓力為 2.5 大氣壓，若其性質遵守亨利定律，試列出計算式，並求出下列數值。(每一子題 2 分，共 6 分)

1. 汽水中 $\text{CO}_2(aq)$ 的濃度 (M)。(2 分)
2. 下列平衡反應式的平衡常數。(2 分)

$$\text{CO}_2(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{H}^+(aq) + \text{HCO}_3^-(aq)$$
3. 汽水中氫離子濃度 $[\text{H}^+(aq)]$ (M)。(2 分)
 $(\sqrt{2}=1.41, \sqrt{3}=1.73)$

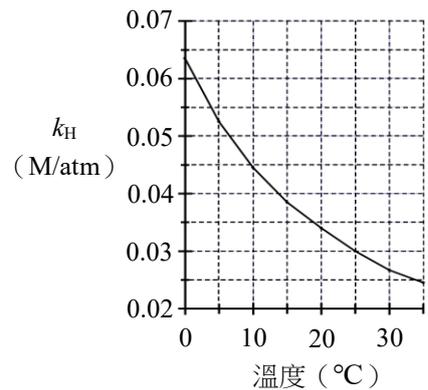


圖 6