

# 2009 年第六屆清華盃全國高級中學 化學科能力競賽

## 筆試試題(含解答)

### — 作答注意事項 —

考試時間：100 分鐘

單選 80 題，每題 1.5 分，總分為 120 分

答對 1.5 分，答錯倒扣 0.5 分，不作答 0 分

考題共計 17 頁，另附有週期表。

作答前請先檢查。如有缺頁，請立即向監考人員反應！

考試時間結束時，請將答案卡交還給監考人員，謝謝！

作答方式：

請以 2B 鉛筆在「答案卡」上作答，修正時請以橡皮擦拭，切勿使用修正液修改。請勿折疊答案卡，並保持卷面清潔。如畫記錯誤、畫記不明或擦拭不潔，導致讀卡成績誤差，責任自負。

祝考試順利

1. 牙齒的主要成份為  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ ，在飲用水中加入氟化物可以防止蛀牙的主要原因為下列何者？

- (A) 氟化物可降低唾液的 pH 值，以防止蛀牙。
- (B)  $\text{F}^-$  會與  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$  反應產生  $\text{HF}$ ，可用來殺菌。
- (C)  $\text{F}^-$  會與  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$  反應產生  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ ，而有較強的抗腐蝕性。
- (D)  $\text{F}^-$  會與  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$  反應產生  $\text{CaF}_2$ ，而有較強的抗腐蝕性。

答案：(C)

解析：水中加入的氟離子可取代  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$  中的  $\text{OH}^-$ ，而形成  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ ， $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$  比  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$  更具抗腐蝕性。

2. 現有兩揮發性溶劑 M 和 N 混合形成一溶液，測得此溶液的蒸氣壓對拉午耳定律呈現正偏差的現象，下列有關於此溶液之敘述，何者正確？

- (A) 溶液形成時為一放熱的過程。
- (B) 此溶液為一理想溶液。
- (C) M 和 N 混合後溶液的體積大於 M 和 N 的體積總和。
- (D) M 與 N 間引力大於 M 與 M 及 N 與 N 間引力。

答案：(C)

解析：(A) 應為吸熱過程。

(B) 此為非理想溶液。

(D) M 與 N 間引力應小於 M 與 M 或 N 與 N 間引力。

3. 下列有關  $\text{H}_2\text{O}$ ， $\text{NH}_3$ ， $\text{CH}_4$ ， $\text{SO}_3$  等分子之敘述何者正確？

- (A) 所有分子的中心原子均為  $\text{sp}^3$  混成軌域。
- (B) 除了  $\text{CH}_4$  外其他三個分子的中心原子均有孤對電子。
- (C)  $\text{NH}_3$  的鍵角最小。
- (D)  $\text{H}_2\text{O}$  的極性最大。

答案：(D)

解析：(A)  $\text{SO}_3$  的硫原子為  $\text{sp}^2$  混成軌域。

(B)  $\text{SO}_3$  的中心硫原子無孤對電子。

(C)  $\text{H}_2\text{O}$  的鍵角最小。

4. 下列氣體在  $0^\circ\text{C}$  時，何者最接近理想氣體？

- (A) 10 atm 下的二氧化碳
- (B) 10 atm 下的氮氣
- (C) 3 atm 下的二氧化碳
- (D) 3 atm 下的氮氣

答案：(D)

解析：在一定溫度下，壓力越低，氣體較接近理想氣體；而分子越小，分子本身的體

積越可被忽略，故越接近理想氣體。

5. 下列有關白磷 (又名黃磷) 和紅磷之敘述，何者不正確?

- (A) 兩者為同素異形體。
- (B) 白磷在空氣中易燃，故比紅磷危險。
- (C) 白磷分子的極性比紅磷大，較易溶於水。
- (D) 紅磷的沸點比白磷高。

答案：(C)

解析：紅磷為網狀結構；而白磷分子式為  $P_4$  幾何形狀為正四面體，為非極性分子，且分子間作用力很小，故沸點比紅磷低。

6. 將亞磷酸( $H_3PO_3$ )溶液與重水( $D_2O$ )混合，則下列哪一分子最不可能存在於混合溶液中?

- (A)  $H_2DPO_3$
- (B)  $D_3PO_3$
- (C) HOD
- (D)  $HD_2PO_3$

答案：(B)

解析： $H_3PO_3$  為一雙質子酸可解離出兩個氫離子，而  $D_2O$  如  $H_2O$  一樣會解離而放出  $D^+$ ， $D^+$  可與  $H_3PO_3$  解離出之  $H^+$  交換而形成  $H_2DPO_3$  和  $HD_2PO_3$ ，且可與  $H_2O$  交換形成 HOD。

7. 下列有關水的蒸氣壓之敘述，何者不正確?

- (A) 實驗室中利用排水集氣法收集氧氣時，其所測得的氣體壓力必須再加上當時水的飽和蒸氣壓，才是真正收集得到的氧氣壓力。
- (B) 高溫時，水的飽和蒸氣壓比低溫時來得大。
- (C) 水沸騰時，其飽和蒸氣壓等於當時的大氣壓力。
- (D) 定溫下空氣中水的蒸氣壓越大，則相對溼度越大。

答案：(A)

解析：其所測得的氣體壓力必須再減去當時水的飽和蒸氣壓，才是真正收集得到的氧氣壓力。

8.  $H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + OH^-(aq)$  為一吸熱反應，下列有關於此反應之敘述何者正確?

- (A) 溫度上升時，其 pH 變小，溶液呈中性。
- (B) 溫度降低時，其 pH 變大，溶液呈鹼性。
- (C) 溫度上升時，其 pH 不變，溶液呈中性。
- (D) 溫度降低時，其解離常數變大。

答案：(A)

解析：因此反應為吸熱反應，溫度降低時其解離常數會變小，pH 會變大( $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$ )，溫度上升時其解離常數會變大，pH 會變小；但不論溫度上升或下降因  $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$ ，故仍維持中性。

9. 有關 NaI，MgO，CaS，LiCl 之熔點比較，何者正確？

- (A)  $\text{MgO} > \text{CaS} > \text{LiCl} > \text{NaI}$
- (B)  $\text{CaS} > \text{MgO} > \text{LiCl} > \text{NaI}$
- (C)  $\text{MgO} > \text{LiCl} > \text{CaS} > \text{NaI}$
- (D)  $\text{CaS} > \text{MgO} > \text{NaI} > \text{LiCl}$

答案：(A)

解析：考慮電荷數及離子半徑大小；大的電荷數和小的離子半徑會形成較強的離子鍵，而有較高的熔點。

10. 氫鍵、偶極-偶極力、偶極-誘發偶極力和分散力均為分子間的作用力，下列有關這些作用力之敘述，何者正確？

- (A) 分散力僅存在於非極性分子。
- (B)  $\text{SiH}_4$  的沸點比  $\text{CH}_4$  高是因為  $\text{SiH}_4$  具有較強的偶極-誘發偶極力。
- (C) 氫鍵可視為一種偶極-偶極力。
- (D)  $\text{C}(\text{CH}_3)_4$  的沸點比  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  低是因為  $\text{C}(\text{CH}_3)_4$  分子間的接觸面積較大，造成較小的分散力。

答案：(C)

解析：(A) 分散力存在於所有分子中。

(B)  $\text{SiH}_4$  並不具有偶極-誘發偶極力； $\text{SiH}_4$  和  $\text{CH}_4$  均為非極性分子，但  $\text{SiH}_4$  分子量較大，故有較強的分散力。

(D)  $\text{C}(\text{CH}_3)_4$  分子間的接觸面積比  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  小。

11.  $^{14}\text{C}$  為半生期 5730 年的放射性元素，在生物體中其放射強度約為  $16 \text{ min}^{-1} \text{ g}^{-1}$ ，因此常被應用於推算生物化石的年齡；現有一化石中所發現的  $^{14}\text{C}$  放射強度為  $0.5 \text{ min}^{-1} \text{ g}^{-1}$ ，則該化石的年齡約為多少年？

- (A) 28,600
- (B) 23,000
- (C) 18,000
- (D) 11,500

答案：(A)

解析： $0.5/16 = 1/32 = (\frac{1}{2})^5$ ，故經過 5 個半生期，其年齡為  $5 \times 5730 = 28650$  約為 28600 年

12. 現有一 0.1 M 三質子酸  $\text{H}_3\text{A}$ ，以 NaOH 溶液滴定时，若不考慮  $\text{OH}^-$  則在第一當量

點與第二當量點間之中點，溶液中主要的陰離子為何？

- (A)  $\text{H}_2\text{A}^-$
- (B)  $\text{H}_2\text{A}^-$  和  $\text{HA}^{2-}$
- (C)  $\text{HA}^{2-}$  和  $\text{A}^{3-}$
- (D)  $\text{A}^{3-}$

答案：(B)

解析：在第一當量點時，三質子酸所解離出之第一個氫離子已完全被中和此時溶液中的主要陰離子為  $\text{H}_2\text{A}^-$ ，當繼續加入  $\text{NaOH}$  時  $\text{H}_2\text{A}^-$  所解離出之氫離子會與被中和，故溶液中會存在  $\text{H}_2\text{A}^-$  和  $\text{HA}^{2-}$ 。

13. 下列哪一水溶液的凝固點最高？

- (A) 1.60 g  $\text{CH}_3\text{OH}$  溶於 100 g 的水。
- (B) 15.0 g  $\text{NaCl}$  溶於 500 g 的水。
- (C) 0.100 m 尿素溶液。
- (D) 0.100 m  $\text{CaCl}_2(\text{aq})$ 。

答案：(C)

解析：(A)  $\text{CH}_3\text{OH}$  的濃度為 0.5 m (B)  $\text{NaCl}$  濃度約為 0.5 m，但會解離出兩個離子故共有約 1 m 的離子濃度 (D)  $\text{CaCl}_2$  會解離出三個離子故離子濃度為 0.3 m；因此 0.1 m 尿素溶液所造成的凝固點下降最少，其凝固點最高。

14. 下列有關惰性氣體之敘述，何者**不正確**？

- (A) He 主要是利用分餾液態空氣所得到。
- (B) 大氣中含量最多的為 Ar。
- (C) Rn 為一放射性元素。
- (D) Ne 可用於霓虹燈管之填充氣體。

答案：(A)

解析：He 的主要來源是天然氣。

15. 二氧化碳的增加引起了嚴重的溫室效應，而造成全球暖化問題；除了二氧化碳外，大氣中也有其他氣體會造成溫室效應，但**不包括**下列何者？

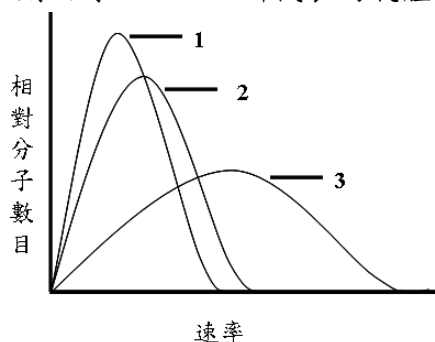
- (A) 水蒸氣
- (B) 氮氣
- (C) 臭氧
- (D) 甲烷

答案：(B)

解析：氮氣並非造成溫室效應的氣體。

16. 下圖代表不同氣體分子在同溫下的擴散速率分佈圖，曲線 1、2、3 分別為不同氣體，

則曲線 1、2、3 所代表的氣體，可以是下列哪一個組合？



- (A) Ar, N<sub>2</sub>, He
- (B) H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, HCl
- (C) F<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>
- (D) He, Ar, O<sub>2</sub>

答案：(A)

解析：擴散速率與分子量的平方根呈反比，分子量愈大則擴散速率愈慢。

17. 已知某一穩定物質在 25 °C 及 1 大氣壓下，每一分子的質量為  $1.33 \times 10^{-22}$  克，則該分子最有可能為下列何者？

- (A) Ar<sub>2</sub>
- (B) Br
- (C) SO<sub>3</sub>
- (D) CO<sub>2</sub>Cl

答案：(C)

解析：由題目得知該分子的分子量為  $(1.33 \times 10^{-22} \text{ g}) \times (6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}) = 80 \text{ g/mol}$ 。選項中的四種物質其式量皆為 80，但只有 SO<sub>3</sub> 能穩定存在於 25 °C 及 1 大氣壓下。

18. 離子的檢驗方法中最常見的有下列三種：

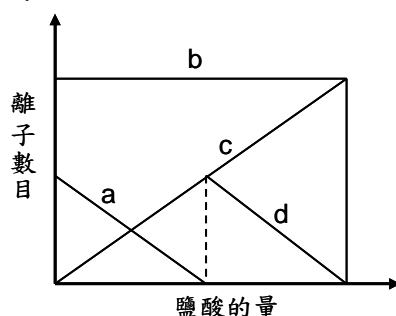
① 沉澱法：反應中有沉澱產生或溶解；② 顯色法：反應中有顏色變化；③ 氣體法：反應中有氣體產生。下列離子與其檢驗的方法，何者不合理？

- (A) NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-氣體法
- (B) I<sup>-</sup>-沉澱法
- (C) Fe<sup>3+</sup>-顯色法
- (D) Ca<sup>2+</sup>-氣體法

答案：(D)

解析：(A) NH<sub>4</sub><sup>+</sup>可與 NaOH 反應產生氨氣。(B) I<sup>-</sup>可與 Ag<sup>+</sup>反應產生黃色 AgI 沉澱。(C) Fe<sup>3+</sup>可與 SCN<sup>-</sup>可產生紅色 Fe(SCN)<sup>2+</sup>錯離子。(D) Ca<sup>2+</sup>通常無法以氣體法檢驗，應以燄色反應檢驗。

19. 對一定量的  $K_2CO_3$  水溶液慢慢滴入稀鹽酸，並不斷攪拌溶液。隨著鹽酸的加入，溶液中的離子數目也相應地產生變化。下圖所示為各離子數目與加入鹽酸的量的關係圖，則下列敘述何者正確？



- (A) a:  $K^+$  ; b:  $Cl^-$  ; c:  $HCO_3^-$  ; d:  $CO_3^{2-}$   
 (B) a:  $Cl^-$  ; b:  $K^+$  ; c:  $CO_3^{2-}$  ; d:  $HCO_3^-$   
 (C) a:  $HCO_3^-$  ; b:  $K^+$  ; c:  $Cl^-$  ; d:  $CO_3^{2-}$   
 (D) a:  $CO_3^{2-}$  ; b:  $K^+$  ; c:  $Cl^-$  ; d:  $HCO_3^-$

答案: (D)

解析: (1)  $K^+$  的莫耳數保持不變 (2)  $Cl^-$  的莫耳數越來越多 (3), 前半段先進行  $CO_3^{2-}$  水解  $CO_3^{2-} + H_2O \rightarrow HCO_3^- + OH^-$ ; 後半段進行酸鹼中和  $HCO_3^- + H^+ \rightarrow CO_2 + H_2O$

20. 已知  $H_2O_2$ 、 $IO_3^-$ 、 $MnO_4^-$  和  $HNO_3$  在酸性條件下都能氧化碘化鉀，同時這些氧化劑會發生如下的反應:  $H_2O_2 \rightarrow H_2O$  ;  $IO_3^- \rightarrow I_2$  ;  $MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+}$  ;  $HNO_3 \rightarrow NO$ 。如果分別用相同莫耳數的這些氧化劑去氧化足量的碘化鉀，則何者可得最多的  $I_2$  ?

- (A)  $H_2O_2$   
 (B)  $IO_3^-$   
 (C)  $MnO_4^-$   
 (D)  $HNO_3$

答案: (B)

解析: 假設這些氧化劑皆為 1 mol，則:

- (A)  $H_2O_2 + 2 I^- \rightarrow 2 H_2O + I_2$   
 (B)  $IO_3^- + 5 I^- + 6 H^+ \rightarrow 3 I_2 + 3 H_2O$   
 (C)  $MnO_4^- + 5 I^- + 8 H^+ \rightarrow 2.5 I_2 + Mn^{2+} + 4 H_2O$   
 (D)  $NO_3^- + 3 I^- + 4 H^+ \rightarrow 1.5 I_2 + NO + 2 H_2O$

21. 下列各實驗及其目的的敘述，何者正確？

- (A) 將  $SO_2$  通入酸性  $KMnO_4$  溶液中—證明  $SO_2$  具氧化性。  
 (B) 將硝酸銀氨水溶液與有機醛類混合—比較氨與醛類對銀離子的配位能力。  
 (C) 將銅與濃硝酸反應所產生的氣體收集後，用冰水冷卻降溫該收集到的氣體並觀察顏色變化—研究溫度對化學平衡的影響。

(D)於兩支試管中分別加入相同體積不同濃度的  $\text{H}_2\text{O}_2$ ，再向其中一支試管加入少量  $\text{MnO}_2$ —探討催化劑對  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解速率的影響。

答案: (C)

解析: (A)  $\text{SO}_2$  具還原性。(B) 硝酸銀氨水溶液會將有機醛氧化成有機酸鹽。(C)

$2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ ，在低溫時，平衡會往生成無色的  $\text{N}_2\text{O}_4$  移動，因顏色會變淡。(D)  $\text{H}_2\text{O}_2$  的濃度應控制一樣。

22. 亞佛加厥常數為  $6.02 \times 10^{23}$ ，下列敘述何者正確？

(A) 1.0 L 的 1.0 M  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液中， $\text{CH}_3\text{COOH}$  分子數為  $6.02 \times 10^{23}$ 。

(B) 標準狀態下， $\text{Na}_2\text{O}_2$  與  $\text{H}_2\text{O}$  反應生成 11.2 L  $\text{O}_2$ ，反應中轉移的電子數為  $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ 。

(C) 32.0 克  $\text{S}_8$  (皇冠形結構) 含有  $6.02 \times 10^{23}$  個 S-S 鍵

(D) 22.4 L 的  $\text{N}_2$  中所含的分子數為  $6.02 \times 10^{23}$

答案: (C)

解析: (A) 因  $\text{CH}_3\text{COOH}$  在水中會解離，所以  $\text{CH}_3\text{COOH}$  分子數目少於  $6.02 \times 10^{23}$ 。

(B) 因為在標準狀態下，22.4 L 的氣體才有  $6.02 \times 10^{23}$  個分子，所以現只產生 11.2 L 的  $\text{O}_2$ ，所以轉移的電子數應為  $11.2/22.4 \times 2 \times 6.02 \times 10^{23} = 6.02 \times 10^{23}$ 。

(C)  $[32/(32 \times 8)] \times 8 \times 6.02 \times 10^{23} = 6.02 \times 10^{23}$ 。

(D) 沒有指明是在標準狀態下。

23. 下列有關化學鍵與晶體結構的敘述，何者正確？

(A) 兩種元素組成的分子中一定只有極性鍵

(B) 金屬元素與非金屬元素組成的化合物一定是離子化合物。

(C) 非金屬元素組成的化合物一定是共價化合物

(D) 含有陰離子的化合物一定含有陽離子

答案: (D)

解析: (A) 不一定，如  $\text{H}_2\text{O}_2$  中有 H-O 極性鍵，也有 O-O 非極性鍵

(B) 金屬與非金屬組成的化合物可為離子化合物，如  $\text{NaCl}$ ；也可為共化合物，如  $\text{BeCl}_2$ ， $\text{AlCl}_3$ 。

(C) 不一定，如  $\text{NH}_4\text{Cl}$  即為離子化合物

24. 常溫下，下列 4 種溶液中 pH 最小的是

(A) 0.01 M 醋酸溶液

(B) 0.02 M 醋酸與 0.02 M  $\text{NaOH}$  溶液等體積混合後的溶液

(C) 0.03 M 醋酸與 0.01 M  $\text{NaOH}$  溶液等體積混合後的溶液

(D) pH = 2 的鹽酸與 pH = 12 的  $\text{NaOH}$  溶液等體積混合後的溶液

答案: (A)



解析: (B)pH > 7

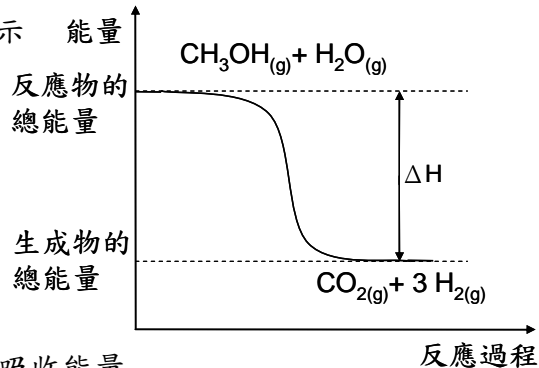
(C)pH 比選項 A 的 pH 大，因為醋酸 0.01M 與醋酸鈉 0.005M。

(D)pH = 7

25. 甲醇燃料電池中將甲醇蒸氣轉化為氫氣的兩種反應原理為①  $\text{CH}_3\text{OH}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(g)} + 3 \text{H}_{2(g)}$ ;  $\Delta H^\circ = +49.0 \text{ kJ/mol}$ ; ②  $\text{CH}_3\text{OH}_{(g)} + 1/2 \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(g)} + 2 \text{H}_{2(g)}$ ;  $\Delta H^\circ = -192.9 \text{ kJ/mol}$ 。下列敘述何者正確？

(A)  $\text{CH}_3\text{OH}_{(g)}$  的燃燒熱為 192.9 kJ/mol

(B) 反應①中的能量變化可如右圖所示



(C)  $\text{CH}_3\text{OH}$  轉變成  $\text{H}_2$  的過程一定要吸收能量

(D) 根據②推知反應： $\text{CH}_3\text{OH}_{(l)} + 1/2 \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(g)} + 2 \text{H}_{2(g)}$  的  $\Delta H > -192.9 \text{ kJ/mol}$

答案: (D)

解析: (A) 甲醇的燃燒熱為  $[6 \text{ mol} \times (-192.9 \text{ kJ/mol}) - 4 \text{ mol} \times (49 \text{ kJ/mol})] \div 2 \text{ mol} = -676.7 \text{ kJ/mol}$

(B) 反應物能量較生成物低 49.0 kJ/mol

(C) 由①和②得知可吸熱或放熱

26. 從濃縮海水中製備無水氯化鎂，可由以下步驟達成：① 在一定條件下脫水乾燥；② 加熱石灰；③ 加鹽酸；④ 過濾；⑤ 濃縮結晶。其先後順序正確的是下列何者？

(A) ②④⑤③①

(B) ③②④①⑤

(C) ③④②⑤①

(D) ②④③⑤①

答案: (D)

解析: 第一步加熱石灰(CaO)的目地是要產生  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  固體，第二步是過濾收集  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  固體。第三步加鹽酸中和產生  $\text{MgCl}_2$ ；第四步是濃縮結晶得含結晶水的氯化鎂晶體，最後脫水乾燥即可得無水氯化鎂。

27. 順式  $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$  (分子量為 300) 是醫學臨床上廣泛使用的抗癌藥物。下列有關該物質的敘述何者正確？

(A) 由 5 種元素組成

(B)該化合物的水溶液為鹼性

(C) Pt 的氧化數為+2

(D) Pt 的重量百分比為 31%

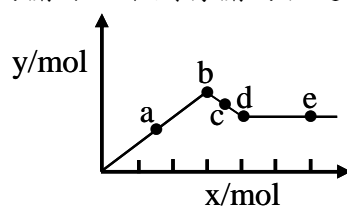
答案: (C)

解析: (A)四種元素 Pt、N、H、Cl 組成。

(B)NH<sub>3</sub> 配位在 Pt 上，不會解離。

(D)Pt 的重量百分比為 65%。

28. 下圖所示為對 Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 溶液中逐滴加入 Ba(OH)<sub>2</sub> 溶液時，生成沉澱的物質的量 y 與加入 Ba(OH)<sub>2</sub> 的量 x 的關係。下列有關的敘述何者正確？



(A)從 a 到 b 的過程中，沉澱的物質的莫耳數 Al(OH)<sub>3</sub> 比 BaSO<sub>4</sub> 多

(B)從 c 到 d 的過程中，溶液中離子的莫耳數 Al(OH)<sub>4</sub><sup>-</sup> 比 Ba<sup>2+</sup> 多

(C)從 a 到 d 的過程中，沉澱的物質的莫耳數 BaSO<sub>4</sub> 可能小於 Al(OH)<sub>3</sub>

(D)從 d 到 e 的過程中，溶液中離子的莫耳數 Ba<sup>2+</sup> 一定大於 OH<sup>-</sup>

答案: (B)

解析: (A)從 a 到 b 的過程中所進行的反應為 Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3(aq)</sub> + 3 Ba(OH)<sub>2(aq)</sub> →

Al(OH)<sub>3(s)</sub>↓ + 3 BaSO<sub>4(s)</sub>↓。所以 Al(OH)<sub>3</sub> 的莫耳數比 BaSO<sub>4</sub> 的莫耳數少。

(B)從 b 到 d 的過程中所進行的反應為 2 Al(OH)<sub>3</sub> + Ba(OH)<sub>2(aq)</sub> → 2

Ba[Al(OH)<sub>4</sub>]<sub>2(aq)</sub>，所以 Al(OH)<sub>4</sub><sup>-</sup> 比 Ba<sup>2+</sup> 多。

(C)BaSO<sub>4</sub> 的莫耳數比 Al(OH)<sub>3</sub> 的莫耳數多。

(D)從 d 到 e 的過程中，Ba<sup>2+</sup> 的莫耳數從大於 OH<sup>-</sup> 的莫耳數到小於 OH<sup>-</sup> 的莫耳數。

29. 陶磁器具表面的釉質中會含有極微量的 Pb、Cd、Sb 等重金屬鹽類，為防止這些重金屬進到人體導致慢性中毒，則下列何者最不適合長期盛放於陶磁容器中？

(A)醬油

(B)食醋

(C)蔗糖

(D)食鹽

答案: (B)

解析: 食醋中含有醋酸，會溶解含這些重金屬的鹽類。

30. 詩人李商隱的詩「無題」中有以下兩句：「……春蠶到死絲方盡 蠟炬成灰淚始乾……」。其中的絲和淚的主要成份為何？

- (A)纖維素、脂肪
- (B)澱粉、油脂
- (C)蛋白質、高碳數的烴
- (D)蛋白質、水

答案: (C)

解析: “蠶絲”: 蛋白質; “淚”為熔融的蠟, 其成份為高碳數的碳氫化合物。

31. 奈米碳管是一種具奈米尺度的新型碳奈米材料, 它是由一種碳原子捲曲而成的無縫、中空的管體, 具有質輕、可彎曲、強度好、彈性佳的特點。下列何者不是奈米碳管的可能用途?

- (A)可做為登陸月球用的“太空天梯”
- (B)可用於解決室溫下、低氣壓、高容量的儲存氫氣的問題
- (C)作為優秀的絕緣材料
- (D)製造電腦晶片, 可大幅度提升電腦的計算能力

答案: (C)

解析: 奈米碳管具有良好的導電性質。

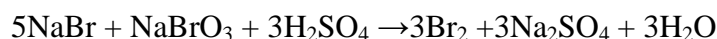
32. 超臨界流體是一種物質介於氣態和液態之間的一種新的狀態。目前被應用最廣泛的是超臨界二氧化碳, 它在化學工業上可取代氟利昂作溶劑、發泡劑等。下列有關超臨界二氧化碳的敘述何者不正確?

- (A)超臨界二氧化碳是新合成的一種物質。
- (B)超臨界二氧化碳是由  $\text{CO}_2$  分子組成。
- (C)用超臨界二氧化碳溶解物質後, 可在常溫常壓下使二氧化碳揮發, 以達到純化物質的效果。
- (D)用超臨界二氧化碳取代氟利昂當作溶劑可減輕對臭氧層的破壞。

答案: (A)

解析: 超臨界二氧化碳是由  $\text{CO}_2$  分子組成, 不是一種新合成的物質。

33. 從海水提取溴的過程中, 有如下反應:



與上述反應在原理上相似處最多的反應為何?

- (A)  $2\text{NaBr} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Br}_2 + 2\text{NaCl}$
- (B)  $\text{AlCl}_3 + 3\text{NaAlO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NaCl}$
- (C)  $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
- (D)  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HClO}$

答案: (C)

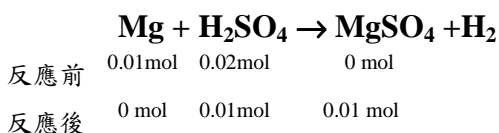
解析: 本反應中,  $\text{Br}^-$ 被氧化,  $\text{BrO}_3^-$ 被還原, 生成  $\text{Br}_2$ , 被氧化和被還原的為不同價態的同一元素(溴), 而且都被氧化或還原成同一物質。在 4 個答案中, 只有(C)

中被氧化和被還原的元素為不同價態的同一元素(硫)，最後都生成該元素硫，兩者原理最相近。

34. 某硫酸溶液中含有  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.02 mol，在其中先加入 0.24 g 鎂粉。待鎂粉反應完全後，再滴入 NaOH 溶液，當使溶液中的鎂離子全部轉化為沉澱時，至少需要多少莫耳的 NaOH？
- (A) 0.02 mol  
 (B) 0.03 mol  
 (C) 0.04 mol  
 (D) 0.01 mol

答案：(C)

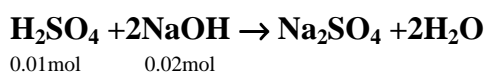
解析： $0.24 \div 24 = 0.01 \text{ mol Mg}$



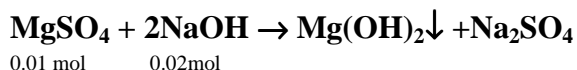
$\text{H}_2\text{SO}_4$  過量，剩  $0.02 - 0.01 = 0.01 \text{ mol}$

生成 0.01 mol  $\text{MgSO}_4$

加入 NaOH 先與剩下的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  反應



再與  $\text{MgSO}_4$  反應



$0.02 + 0.02 = 0.04 \text{ mol NaOH}$

35. 等體積硫酸鋁、硫酸鋅、硫酸鈉溶液分別與足量的氯化鋇溶液反應。若生成的硫酸鋇沉澱的莫耳比為 1：2：3，則此三種溶液中所含硫酸鹽的莫耳濃度比為何？
- (A) 1：2：3  
 (B) 1：6：9  
 (C) 1：3：3  
 (D) 1：3：6

答案：(B)

解析： $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 $\text{ZnSO}_4$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  生成  $\text{BaSO}_4$  之莫耳比為 1：2：3，

可知三種溶液中所含之硫酸根之莫耳比為 1：2：3，若體積為 V，

假設三溶液中硫酸鹽的體積莫耳濃度分別為  $C_1$ ， $C_2$ ， $C_3$ ，

則  $3C_1V : C_2V : C_3V = 1 : 2 : 3$

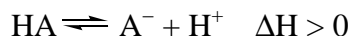
$C_1 : C_2 : C_3 = 1 : 6 : 9$

36. 下列各實驗前後，何者的溶液顏色有較明顯的變化？
- (A) 少量明礬溶液加入到過量 NaOH 溶液中。
  - (B) 在 FeCl<sub>3</sub> 溶液中滴入 KI 溶液，再加入澱粉溶液。
  - (C) 少量 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 固體加入到過量 NaHSO<sub>3</sub> 溶液中。
  - (D) 在多量酸性高錳酸鉀溶液中滴入少量 Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 稀溶液。

答案：(B)

解析：(A)明礬 KAl(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 與過量 NaOH 反應生成 Al(OH)<sub>4</sub><sup>-</sup> 或 AlO<sub>2</sub><sup>-</sup>，反應物與生成物皆無色。(B) FeCl<sub>3</sub> 溶液為黃色，與 KI 反應生成的 I<sub>2</sub> 遇澱粉變為藍色，有顏色變化。(C)反應生成 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 反應前後無顏色變化。(D)酸性高錳酸鉀溶液為紫色，滴入 Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 溶液不發生反應，且紫色能掩蓋黃色，無明顯顏色變化。

37. 在 0.1 M 的某弱酸 HA 溶液中的平衡可以下式表示：



若要使溶液中 [H<sup>+</sup>] / [HA] 值增大，可採取下列何種措施？

- (A) 加少量 0.2 M NaOH 溶液
- (B) 降低溫度
- (C) 加少量 HA
- (D) 加水

答案：(D)

解析：加少量強鹼溶液，[H<sup>+</sup>] 減少量較 HA 減少量更多，[H<sup>+</sup>] / [HA] 減少。

降低溫度平衡向左移，[H<sup>+</sup>] / [HA] 減少。

加 HA，[HA] 上升較 [H<sup>+</sup>] 上升為多，[H<sup>+</sup>] / [HA] 減少。

加水，[H<sup>+</sup>] 及 [HA] 都減少，但因平衡右移，[HA] 減少較多，[H<sup>+</sup>] / [HA] 增大。

38. 下列關於分子或離子的描述，何者 **不正確**？

- (A) H<sub>2</sub>S 和 NH<sub>3</sub> 均是價電子總數為 8 的極性分子。
- (B) HS<sup>-</sup> 和 HCl 均是含一個極性鍵的 18 個電子的粒子。
- (C) 1 mol D<sub>2</sub><sup>16</sup>O 中含中子、質子、電子各 10 N<sub>A</sub> (N<sub>A</sub> 代表亞佛加厥常數的值)。
- (D) CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> 和 CCl<sub>4</sub> 均是非極性分子。

答案：(D)

解析：選項(A) 6+2=8，均為極性分子。

選項(B) HS<sup>-</sup>，1+16+1=18。HCl，1+17=18，均為極性鍵。

選項(C) D<sub>2</sub><sup>16</sup>O 之質子數=電子數=2+8=10 mol。

D<sub>2</sub><sup>16</sup>O 之中子數=2(2-1)+16-8=10 mol。

選項(D) CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> 為極性分子。

39. 在兩個體積相同的真空密閉容器中，分別填充 O<sub>2</sub> 及 O<sub>3</sub> 氣體，當這兩個容器內溫度和氣體密度相等時，下列相關敘述何者正確？

- (A) 兩種氣體的壓力相等。
- (B) O<sub>2</sub> 瓶內 O<sub>2</sub> 的總質量較 O<sub>3</sub> 瓶內 O<sub>3</sub> 的總質量小。
- (C) 兩種氣體的分子數目相等。
- (D) 兩種氣體的氧原子數目相等。

答案：(D)

解析：(A)  $P_{O_2} > P_{O_3}$ 。

(B) 密度相同，總質量亦相同。

(C) O<sub>2</sub> 的分子數  $>$  O<sub>3</sub> 的分子數。

(D) 密度相同，體積相同，總質量相同，氧的原子數亦相同。

40. 下列淨離子方程式，何者正確？

- (A) 氫氧化鎂與鹽酸反應： $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$
- (B) 過氧化氫與碘化鈉之酸性溶液反應： $H_2O_2 + 2NaI + 2H^+ \rightarrow 2H_2O + I_2 \downarrow + 2Na^+$
- (C) 硫酸鎂溶液與氯化鋇溶液反應： $SO_4^{2-} + Ba^{2+} \rightarrow BaSO_4 \downarrow$
- (D) 碳酸鈣與稀鹽酸反應： $CO_3^{2-} + 2H^+ \rightarrow H_2CO_3$

答案：(C)

解析：(A) Mg(OH)<sub>2</sub> 不溶於水應寫成  $Mg(OH)_2 + 2H^+ \rightarrow Mg^{2+} + 2H_2O$

(B) 應寫成  $H_2O_2 + 2I^- + 2H^+ \rightarrow 2H_2O + I_2 \downarrow$

(D) 應寫成  $CaCO_3 + 2H^+ \rightarrow Ca^{2+} + H_2O + CO_2 \uparrow$

41. 已知 KH 和 H<sub>2</sub>O 反應生成 H<sub>2</sub> 和 KOH，反應中 1 莫耳 KH 的電子得失數為何？

- (A) 失去 1 莫耳電子
- (B) 得到 1 莫耳電子
- (C) 失去 2 莫耳電子
- (D) 沒有電子得失

答案：(A)

解析： $KH + HOH \rightarrow H_2 + KOH$ ，1 個 H<sub>2</sub>O 獲得 1 個電子，

KH 中 H 的氧化數為 -1，H<sub>2</sub> 中 H 的氧化數為 0，故 1 個 KH 中的 H 失去 1 個電子。

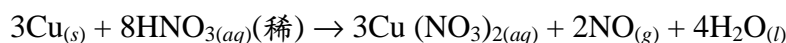
第 42-43 題為題組

42. 將相同質量的銅分別和過量的濃硝酸及稀硝酸反應完成。下列相關敘述，何者正確？

- (A) 兩者反應速率皆相同。
- (B) 反應開始時，所生成氣體之顏色：前者淺，後者深。
- (C) 反應中轉移的電子的總數：前者多，後者少。
- (D) 所消耗硝酸的量：前者多，後者少。

答案：(D)

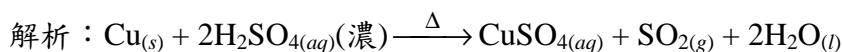
解析： $Cu_{(s)} + 4HNO_{3(aq)}(濃) \rightarrow Cu(NO_3)_{2(aq)} + 2NO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$



反應速率前者快，前者生成紅棕色  $\text{NO}_2$ ，氣體顏色深，轉移電子數目一樣多(因銅的質量相同)，所消耗硝酸的量前者較多( $4 : \frac{8}{3}$ )

43. 各取 0.1 mol 銅分別投入過量的下列四種酸中(必要時可加熱) ①濃硫酸 ②濃硝酸 ③稀硫酸 ④稀硝酸，反應後，在相同條件下得到氣體的體積由大到小的順序為何？
- (A) ②④①③  
 (B) ②①④③  
 (C) ①②④③  
 (D) ③④①②

答案：(B)



一莫耳銅與濃  $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}_2$  2 mol

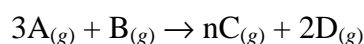
一莫耳銅與濃  $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2$  1 mol

一莫耳銅與稀  $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO} \frac{2}{3}$  mol

一莫耳銅與稀  $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$  幾乎不反應

$\therefore$  產生氣體的體積 ② > ① > ④ > ③

44. 將氣體 A 與氣體 B 共置於體積 2 升的密閉容器中。在一定條件下，發生的反應可以下式表示：



經實驗結果得知反應進行 5 分鐘共生成 0.2 mol 氣體 D，且生成之氣體 C 在前 5 分鐘內的平均反應速率為 0.01 M/min，則該反應方程式中係數 n 應為若干？

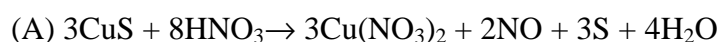
- (A) 1  
 (B) 2  
 (C)  $\frac{3}{2}$   
 (D) 3

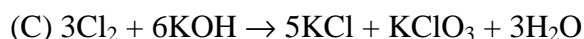
答案：(A)

解析：C 的平均反應速率為 0.01 M/min，D 的平均反應速率為  $\frac{0.2/2}{5} = 0.02$  M/min，

$$0.01 : 0.02 = 1 : 2 \quad \therefore n=1$$

45. 下列各反應，何者不是氧化還原反應？

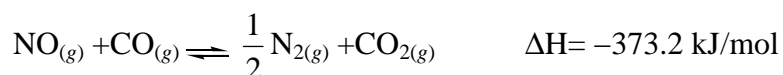




答案：(B)

解析：B 中各元素在化合物中的氧化數沒有改變。

46. 假設在容積不變的密閉容器中，一定條件下進行如下反應：



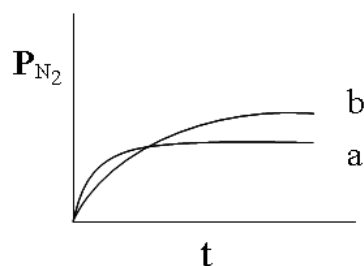
如圖所示，曲線 a 表示該反應過程中  $\text{N}_2$  的分壓( $P_{\text{N}_2}$ )與反應時間 t 的關係。若改變反應條件，欲使反應過程按照曲線 b 進行，可採取下列何種措施？

(A) 加催化劑

(B) 於密閉容器加入氫氣

(C) 降低溫度

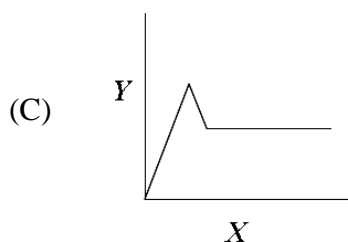
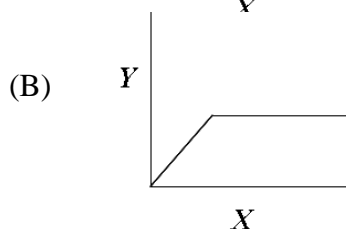
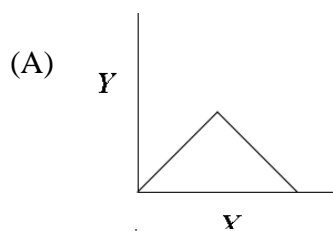
(D) 增大反應物中 NO 的起始濃度



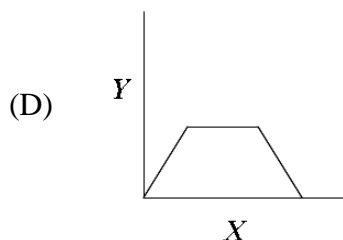
答案：(C)

解析：從 a 到 b 的過程中，NO 的最終轉化率升高，反應達平衡的時間延長，即反應速率減小，所以(A)和(D)不正確。(B)中通入氫氣且容積不變，平衡不移動。(C)正確，降低溫度可使平衡向放熱的方向移動，即向右移動，使生成  $\text{N}_2$  的速率增大，且降低溫度使反應速率降低。

47. 在硝酸鋁和硝酸鎂的混合溶液中，逐滴加入稀氫氧化鈉溶液直至過量。下列圖中表示氫氧化鈉加入量(X)與溶液中產生沉澱物質的量(Y)的關係，何者正確？



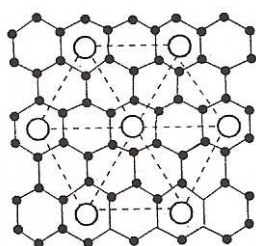




答案：(C)

解析：開始沉澱逐漸增多，產生  $\text{Al}(\text{OH})_3$  及  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  沉澱，達最大值後  $\text{Al}(\text{OH})_3$  溶解；沉澱量又逐漸減少，因  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  不溶於  $\text{NaOH}$  溶液，所以最後沉澱量不變。

48. 石墨能與熔融金屬鉀作用，形成石墨間隙化合物。比較常見的石墨間隙化合物其化學式為  $\text{KC}_x$ ，其結構如圖所示，則  $x$  的值為何？



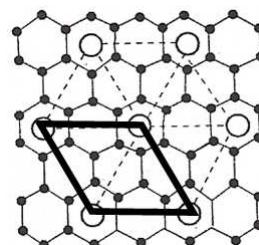
- 碳原子
- 鉀原子

- (A) 8  
(B) 12  
(C) 24  
(D) 60

答案：(A)

解析：(1)從平面圖，每個 K 原子所在的六圓環完全屬於此 K 原子，其間的兩個碳原子與另一鉀原子共用，故每邊一個 C 原子兩邊兩個碳原子，總共  $6+2=8$ 。

(2)單位晶格如粗線所示，4 個 K 原子，每個 K 原子與 4 個單位晶格共用，故  $4/4=1$  K 原子。單位晶格內含 8 個 C 原子， $\therefore \text{K}:\text{C}=1:8$



49. 氫原子中，下列何種電子躍遷會放出波長最長的光？

- (A) 電子由 4p 至 2s  
(B) 電子由 3p 至 2s  
(C) 電子由 2s 至 3s  
(D) 電子由 3p 至 1s

答案：(B)

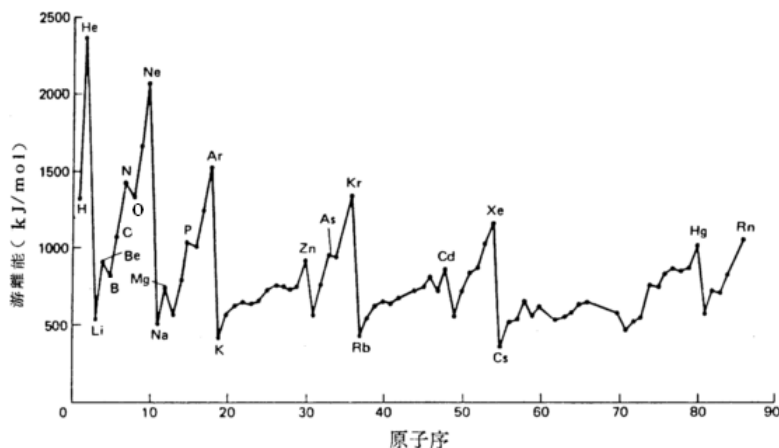
解析：(C) 2s 至 3s 會吸收能量；(A)、(B)與(D)皆放出能量。(A)、(B)與(D)中， $\Delta E$  最小的是(B)，因此其波長最長。

50. 關於第一游離能之大小比較，何者正確？

- (A)  $C < B < N < O$
- (B)  $B < C < N < O$
- (C)  $C < B < O < N$
- (D)  $B < C < O < N$

答案：(D)

解析：在同一週期中，由左至右，元素的原子序漸增，有效核電荷  $Z_{\text{eff}}$  漸增；因此游離能也是漸增的。下圖中我們看到游離能在同一週期中有某些的不連續性。例如，在第二週期中，從鈹到硼及從氮到氧，這些在正常趨勢中的例外，可以由有效核電荷與電子組態間的相關性來解釋。從氮到氧游離能的降低反應了在氧的 2p 填滿軌域中所多出的電子斥力。



51. 關於鹵素離子  $X^-_{(g)}$  之游離能 ( $X^-_{(g)} \rightarrow X_{(g)} + e^-$ ) 大小比較，何者正確？

- (A)  $Cl^-_{(g)} > F^-_{(g)} > I^-_{(g)}$
- (B)  $F^-_{(g)} > Cl^-_{(g)} > I^-_{(g)}$
- (C)  $I^-_{(g)} > Cl^-_{(g)} > F^-_{(g)}$
- (D)  $I^-_{(g)} > F^-_{(g)} > Cl^-_{(g)}$

答案：(A)

解析： $F^-_{(g)} \rightarrow F_{(g)} + e^-$  游離能(kJ/mol)= 327.8

$Cl^-_{(g)} \rightarrow Cl_{(g)} + e^-$  游離能(kJ/mol)= 348.7

$I^-_{(g)} \rightarrow I_{(g)} + e^-$  游離能(kJ/mol)= 295.2

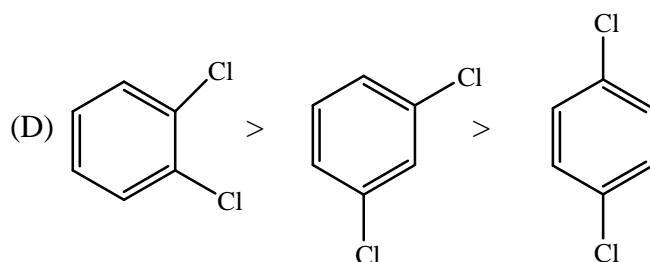
一般而言，在同一族中，游離能隨著週期數增加而漸減，主要理由是當週期數增加時，所移開的電子與原子核間的平均距離越來越遠，因此電子更容易移開。 $I^-$  離子中，5p 軌域之電子與原子核的距離遠大於  $Cl^-$  與  $F^-$  中 3p 或 2p 軌域之電子與原子核的距離，所以， $I^-_{(g)}$  的游離能最小。

當比較  $F^-_{(g)}$  與  $Cl^-_{(g)}$  的游離能時，我們必須考慮  $F^-_{(g)}$  的 2p 軌域體積很小，因此

$F^-_{(g)}$ 中之電子有著非常不尋常的電子與電子間斥力，而在  $Cl^-_{(g)}$ 中，由於軌域比較大，因此斥力並不嚴重，所以  $F^-_{(g)}$ 的游離能比  $Cl^-_{(g)}$ 的小。

52. 下列有關分子極性大小之比較，何者不正確？

- (A)  $H_2O > NH_3 > CH_4$   
 (B)  $H_2O > H_2S > H_2Se$   
 (C)  $HI > HBr > HCl$



答案：(C)

解析：X-Y 中，Y 與 X 之電負度差越大，X-Y 之偶極矩越大。

(A) O 與 H 之電負度差大於 N 與 H 之電負度差，因此  $H_2O$  之偶極矩  $>$   $NH_3$  之偶極矩。 $H_2O$  之偶極矩為 1.82D； $NH_3$  之偶極矩為 1.47D； $CH_4$  之偶極矩為 0。

(B) O, S, Se 與 H 之電負度分別為 3.5, 2.5, 2.4 與 2.1。 $H_2O$  之偶極矩為 1.82D； $H_2S$  之偶極矩為 0.92D； $H_2Se$  之偶極矩 0.40D。

(C) Cl, Br, I 與 H 之電負度分別為 3.0, 2.8, 2.5 與 2.1。 $HI$  之偶極矩為 0.38D； $HBr$  之偶極矩為 0.79D； $HCl$  之偶極矩 1.08D。

(D) 二向量之夾角越小，此二向量之和越大。

由電負度差及分子形狀推論，(C)不正確，(A)、(B)與(D)皆正確。

53.  $H_3PO_4$ 、 $H_3PO_3$ 、 $H_3PO_2$  三種酸共有幾種鈉鹽？

- (A) 6 種  
 (B) 7 種  
 (C) 8 種  
 (D) 9 種

答案：(A)

解析： $H_3PO_4$  為三質子酸，共有 3 種鈉鹽； $H_3PO_3$  為雙質子酸，共有 2 種鈉鹽； $H_3PO_2$  為單質子酸，只有 1 種鈉鹽。

54. 下列有關鍵能的比較，何者正確？

- (A)  $H_2 > F_2 > Cl_2$   
 (B)  $H_2 > Cl_2 > F_2$   
 (C)  $Cl_2 > F_2 > H_2$

(D)  $F_2 > Cl_2 > H_2$

答案：(B)

解析：影響  $H_2$ ， $F_2$  與  $Cl_2$  鍵能的兩項因素：(一)原子半徑：H 之半徑極小，因此  $H_2$  的鍵能遠大於  $F_2$  或  $Cl_2$  的鍵能。(二)電子與電子間斥力：F 的電子與另一 F 的電子間，有著很大的電子與電子間斥力， $Cl_2$  中 Cl 與 Cl 的距離較遠，斥力並不嚴重，因此  $Cl_2$  的鍵能遠大於  $F_2$  的鍵能。

Bond energy：(H-H) 435 kJ/mol；(F-F) 155 kJ/mol；(Cl-Cl) 243 kJ/mol。

55. 下列有關鍵能之比較，何者正確？

(A)  $O=O > S=S > O-O > S-S$

(B)  $S=S > O=O > O-O > S-S$

(C)  $O=O > S=S > S-S > O-O$

(D)  $S=S > O=O > S-S > O-O$

答案：(C)

解析：(1)比較  $O=O$  與  $S=S$  時，最重要的因素是共價鍵長。O 與 O 距離短，因此 O 與 O 間的  $\pi$  鍵的鍵能非常大，所以  $O=O$  的鍵能大於  $S=S$  的鍵能。

(2)比較  $O-O$  與  $S-S$  時，最重要的因素是原子間電子的斥力，O 與 O 的距離小，因此 O 的電子與另一 O 的電子間有很大的電子與電子間斥力。S 與 S 的距離較大，因此 S 的電子與另一 S 的電子間的斥力較不嚴重。因此  $S-S$  的鍵能大於  $O-O$  的鍵能。

(3)  $S=S$  為雙鍵，其鍵能遠大於  $S-S$  單鍵的鍵能。

(4)綜合(1)、(2)與(3)，鍵能比較如下： $O=O > S=S > S-S > O-O$

鍵能：( $O=O$ ) 498 kJ/mol；( $S=S$ ) 423 kJ/mol；( $O-O$ ) 138 kJ/mol；

( $S-S$ ) 264 kJ/mol

56. 假設  $H_3PO_4$  之  $K_1=7.5 \times 10^{-3} M$ ， $K_2=6.2 \times 10^{-8} M$ ， $K_3=2.2 \times 10^{-13} M$ 。0.1M  $H_3PO_4$  水溶液中， $[HPO_4^{2-}]$  約為下列何者？

(A)  $10^{-5} M > [HPO_4^{2-}] > 10^{-6} M$

(B)  $10^{-6} M > [HPO_4^{2-}] > 10^{-7} M$

(C)  $10^{-7} M > [HPO_4^{2-}] > 10^{-8} M$

(D)  $10^{-8} M > [HPO_4^{2-}] > 10^{-9} M$

答案：(C)

解析： $K_2 = \frac{[H^+][HPO_4^{2-}]}{[H_2PO_4^-]}$ ，因  $[H^+] \cong [H_2PO_4^-]$ ，故  $[HPO_4^{2-}] = K_2 = 6.2 \times 10^{-8} M$

57. 假設  $H_3A$  之  $K_1=1 \times 10^{-2} M$ ， $K_2=1 \times 10^{-7} M$ ， $K_3=1 \times 10^{-13} M$ 。在 100 mL 0.2 M  $H_3A$  中，加入 100 mL 0.2 M HCl 溶液， $[A^{3-}]$  約為下列何者？

(A)  $10^{-16} M$

(B)  $10^{-18}$  M

(C)  $10^{-20}$  M

(D)  $10^{-22}$  M

答案：(C)

解析： $\text{H}_3\text{A}_{(aq)} \rightleftharpoons 3\text{H}^+_{(aq)} + \text{A}^{3-}_{(aq)}$

$$K = K_1 K_2 K_3 = \frac{[\text{H}^+]^3 [\text{A}^{3-}]}{[\text{H}_3\text{A}]}$$

$$1 \times 10^{-2} \times 1 \times 10^{-7} \times 1 \times 10^{-13} = \frac{(0.1)^3 [\text{A}^{3-}]}{(0.1)}$$

$$[\text{A}^{3-}] = \frac{10^{-22}}{(0.1)^2} = 10^{-20} \text{M}$$

58.  $E^\circ_K$ ,  $E^\circ_{Na}$  與  $E^\circ_{Li}$  分別為鉀、鈉與鋰的標準氧化電位。下列有關這些標準氧化電位之比較，何者正確？

(A)  $E^\circ_{Li} < E^\circ_{Na} < E^\circ_K$

(B)  $E^\circ_K < E^\circ_{Na} < E^\circ_{Li}$

(C)  $E^\circ_{Na} < E^\circ_K < E^\circ_{Li}$

(D)  $E^\circ_{Na} < E^\circ_{Li} < E^\circ_K$

答案：(C)

解析： $E^\circ_{Li} = 3.05\text{V}$ ,  $E^\circ_{Na} = 2.71\text{V}$ ,  $E^\circ_K = 2.92\text{V}$

$\text{Li}^+$  的體積非常小，水合能遠大於  $\text{Na}^+$  或  $\text{K}^+$  的水合能，因此  $E^\circ_{Li}$  最大，K 的游離能為 419 kJ/mol，遠小於 Na 的游離能 (495 kJ/mol)，因此  $E^\circ_K$  大於  $E^\circ_{Na}$ 。

59. 下列三種 0.1M 水溶液之 pH 值比較，何者正確？

(A)  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 < \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 < \text{Al}(\text{NO}_3)_3$

(B)  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 < \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 < \text{Al}(\text{NO}_3)_3$

(C)  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 < \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 < \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

(D)  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 < \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 < \text{Zn}(\text{NO}_3)_2$

答案：(C)

解析：0.1 M  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  之 pH 為 3.5；0.1 M  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$  之 pH 為 5.5，0.1 M  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

之 pH 為 6.9。金屬離子之價數越高，有效核電荷越大，半徑越小，拉電子的能力越強，越容易使與其結合的水放出  $\text{H}^+$ ，因此其水溶液之 pH 值越小。

60. 下列鹼性之強度比較，何者正確？

(A)  $\text{NH}_2\text{OH} < \text{NH}_3 < \text{CH}_3\text{NH}_2$

(B)  $\text{CH}_3\text{NH}_2 < \text{NH}_3 < \text{NH}_2\text{OH}$

(C)  $\text{NH}_2\text{OH} < \text{CH}_3\text{NH}_2 < \text{NH}_3$

(D)  $\text{NH}_3 < \text{NH}_2\text{OH} < \text{CH}_3\text{NH}_2$

答案：(A)

解析：(1) O 有拉電子之能力，使 N 上之電子密度減少，故鹼性  $\text{NH}_3 > \text{NH}_2\text{OH}$

(2) 烷基有推送電子之能力，使 N 上電子密度增大，故鹼性  $\text{CH}_3\text{NH}_2 > \text{NH}_3$

61. 在某溫度時，純水中之  $[\text{H}^+]$  為  $3.0 \times 10^{-7} \text{ M}$ ，此溫度時水之解離常數約為：

(A)  $9.0 \times 10^{-14} \text{ M}$

(B)  $9.0 \times 10^{-16} \text{ M}$

(C)  $1.0 \times 10^{-14} \text{ M}$

(D)  $1.6 \times 10^{-15} \text{ M}$

答案：(D)

解析：
$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} = \frac{(3.0 \times 10^{-7})(3.0 \times 10^{-7})}{55.5} \text{ M} = \frac{9.0 \times 10^{-14}}{55.5} \text{ M} = 1.6 \times 10^{-15} \text{ M}$$

62. 下列有關氯化鈉晶體的敘述，何者正確？

(A) 每個  $\text{Cl}^-$  被四個緊鄰的  $\text{Na}^+$  包圍。

(B)  $\text{Na}^+$  與  $\text{Na}^+$  的最近距離等於  $\text{Cl}^-$  與  $\text{Cl}^-$  的最近距離。

(C) 對每個  $\text{Cl}^-$  而言，離他最近的  $\text{Cl}^-$  共有 6 個。

(D) 單位晶格的邊長為  $\text{Na}^+$  的半徑與  $\text{Cl}^-$  的半徑之和。

答案：(B)

解析：(1)  $\text{Cl}^-$  被 6 個緊鄰的  $\text{Na}^+$  包圍，(A) 錯誤。

(2) 離  $\text{Cl}^-$  最近的  $\text{Cl}^-$  共有 12 個，(C) 錯誤。

(3) 單位晶格的邊長 =  $2(r_{\text{Na}^+} + r_{\text{Cl}^-})$ ，(D) 錯誤。

63. 假設化合物  $\text{M}_a\text{X}_b$  之晶體中，M 占有正立方體 4 個不相鄰之角頂，X 占有正立方體所有平面之中心位置，此物之實驗式為：

(A)  $\text{MX}_2$

(B)  $\text{MX}_3$

(C)  $\text{MX}_4$

(D)  $\text{MX}_6$

答案：(D)

解析：正立方體內之 M 數 =  $4 \times \frac{1}{8} = \frac{1}{2}$  個；X 數 =  $6 \times \frac{1}{2} = 3$  個。故實驗式為  $\text{MX}_6$ 。

64. 某有機化合物 1.4 克完全燃燒後，得到 4.4 克二氧化碳及 1.8 克水，此物最可能是下列何者？

- (A) C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>
- (B) C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>
- (C) C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O
- (D) C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>O<sub>4</sub>

答案：(B)

解析：該物 1.4 克中，

$$\text{含 C} = 4.4 \times \frac{12}{44} = 1.2 \text{ 克}$$

$$\text{含 H} = 1.8 \times \frac{2}{18} = 0.2 \text{ 克}$$

$$\text{含 O} = 1.4 - 1.2 - 0.2 = 0$$

$$\text{原子數比 C : H} = \frac{1.2}{12} : \frac{0.2}{1} = 1 : 2$$

65. 在 1997 年於日本京都召開的聯合國氣候變化綱要公約第三次締約國大會中所通過的〔京都議定書〕中明訂針對六種溫室氣體進行削減。下列何者不是那六種溫室氣體之一？

- (A) 氧化亞氮
- (B) 臭氧
- (C) 六氟化硫
- (D) 甲烷

答案：(B)

解析：地球的大氣中重要的溫室氣體包括下列數種：水蒸氣(H<sub>2</sub>O)、臭氧(O<sub>3</sub>)、二氧化碳(CO<sub>2</sub>)、氧化亞氮(N<sub>2</sub>O)、甲烷(CH<sub>4</sub>)、氫氟氯碳化物類(CFCs, HFCs, HCFCs)、全氟碳化物(PFCs)及六氟化硫(SF<sub>6</sub>)等。由於水蒸氣及臭氧的時空分佈變化較大，因此在進行減量措施規劃時，一般都不將這兩種氣體納入考慮。至於在 1997 年於日本京都召開的聯合國氣候變化綱要公約第三次締約國大會中所通過的〔京都議定書〕，明訂針對六種溫室氣體進行削減，包括上述所提及之二氧化碳(CO<sub>2</sub>)、**甲烷** (CH<sub>4</sub>)、**氧化亞氮**(N<sub>2</sub>O)、**氫氟碳化物**(HFCs)、**全氟碳化物**(PFCs)及**六氟化硫**(SF<sub>6</sub>)。其中以後三類氣體造成溫室效應的能力最強。

66. 建築生命週期係指由建材生產到建築物規劃、設計、施工、使用、管理及拆除之一系列過程。下列關於**綠建築**生命週期中的敘述，何者正確？

- 甲：消耗較少地球資源（如森林、石油、礦產等）
  - 乙：可吸收較多 CO<sub>2</sub>
  - 丙：可回收較多材料以供再生利用
  - 丁：可消耗較少氧氣
- (A) 甲丙
  - (B) 甲丁

(C) 乙丙

(D) 乙丁

答案：(A)

解析：所謂綠建築就是生態、節能、減廢、健康的建築，係指在建築生命週期中**消耗最少地球資源，使用最少能源及製造最少廢棄物**的建築物。故與吸收 CO<sub>2</sub> 及消耗氧氣無關，亦不涉及拆除後的材料再生。

67. 下列關於以電解水來觀察氫、氧氣體比例為 2:1 的一些不同實驗設計內容，何者正確？

甲：用稀硫酸為電解液

乙：以飽和食鹽水為電解液

丙：以鉑為電極

丁：利用乾電池之碳棒為電極

(A) 乙丙

(B) 乙丁

(C) 甲丙

(D) 甲丁

答案：(C)

解析：乙：用飽和食鹽水會產生大量氯氣和 ClO<sup>-</sup>。

丁：乾電池之碳棒（石墨棒）含許多雜質，用為電極會產生較少量的氧。

68. 室溫下天然氣可壓縮成液體以方便運輸。若液化後之體積為氣體之 1/600，則下列數值何者較接近該液體之比重？

(A) 2.5

(B) 0.39

(C) 1.3

(D) 0.79

答案：(B)

解析：天然氣之主要成分是甲烷。

16 g CH<sub>4</sub> 室溫下 24450 mL,  $x = 24450 \div 600 = 41 \text{ mL}$ ,  $16 \div 41 = 0.39$

69. 為保護臭氧層，世界上先進國家都以氫氟碳化物(HFC)代替氟氯碳化物(CFC)做為冷媒。最近科學家又對 HFC 的使用提出警告，其主要原因是下列何者？

(A) HFC 在壓縮機內易分解產生 HF 及炔類，長期使用不安全。

(B) HFC 聚熱能力強，一旦排放出來，有溫室氣體的效果。

(C) HFC 製造成本較高，不易推廣至全球各國使用。

(D) HFC 比重比 CFC 低，易產生光化學煙霧。

答案：(B)

解析：(A)不會產生 HF。(C)成本與 CFC 差不太多。(D)不會。



70. 下列關於石油分餾的敘述，何者正確？

- (A)分餾塔底應加熱至 400°C，以便將經濟價值較低的煤油裂解成為價值較高的石油氣。
- (B)石油氣的主要成分是甲烷和乙烷。
- (C)石油醚的正式學名是己醚。
- (D)所得的柴油裡必然含有蠟油成分。

答案：(D)

解析：(A) 400°C 非裂解溫度。(B)石油氣的主要成分是丙烷和丁烷。(C)石油醚是混合物。(D)柴油成分(C<sub>15</sub>~C<sub>20</sub>)與蠟油成分(C<sub>18</sub>~C<sub>22</sub>)有部分重疊。

71. 在濃縮海水中加入氫氧化鈣後，下列敘述何者正確？

- (A)氫氧化鈉因同離子效應而產生沈澱。
- (B)氯化鈉因離子排斥作用而析出結晶。
- (C)氫氧化鎂因溶度積比較小而沈澱。
- (D)氯化鎂因體積效應而產生沈澱。

答案：(C)

解析：(A)氫氧化鈉溶解度遠大於氫氧化鈣。

- (B)無所謂排斥作用。
- (C)  $Mg^{2+} + 2OH^{-} \rightarrow Mg(OH)_2$
- (D)無所謂體積效應。

72. 下列與湖水相關的敘述中，何者不正確？

- (A)進入湖泊的動、植物有機廢物，大部分可成為水藻和微生物的營養源。
- (B)適量的水藻和水草可協助湖泊清淨水質並生養水族。
- (C)水中植物的生長受磷酸鹽濃度適量增加而促進。
- (D)水中磷酸鹽豐富時水藻大量增生，此時能釋放多量的氧氣，使水中氧氣濃度過飽和；此謂優養化。

答案：(D) 此時耗去多量的氧氣，使水中氧氣濃度降低。

73. 下列與蛋白質相關的敘述，何者正確？

- (A)天然蛋白質，如抗生素盤尼西林，除了少許元素(如：鐵、磷等)外，主體是由多種胺基酸形成的聚合物。
- (B)胰島素是天然蛋白質，現在也可人工合成。
- (C)三聚氰胺是人工蛋白質的一種。因其結構與天然者相異，故於攝食後不能在體內水解而易生毒性。
- (D)天然蛋白質在人類胃裡都會被水解成胺基酸，故食用無虞。

答案：(B) 中國於 1965 年成功合成。

解析：(A)抗生素非蛋白質，(C)三聚氰胺非蛋白質，(D)有些天然蛋白質有毒或令人

過敏。

74. 關於  $\text{NaH}_{(s)}$ ，下列敘述何者正確？

- (A)  $\text{NaH}$  可做為丙酸與乙醇酯化反應之酸性催化劑。
- (B)  $\text{NaH}_{(s)}$  是離子化合物，且以氫為陰離子。
- (C)  $\text{NaH}_{(s)}$  與水反應產生  $\text{NaO}_{(s)}$  和  $\text{H}_{2(g)}$ 。
- (D) 可由鈉與濃鹽酸直接反應而獲得。

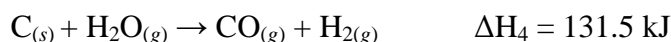
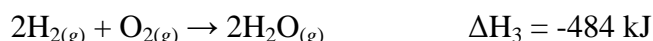
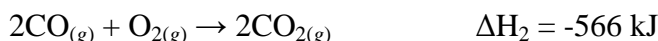
答案：(B)

解析：(A) 不可。1. 丙酸與乙醇酯化反應需在酸性情況下進行。2.  $\text{NaH}$  又會直接與丙酸或乙醇反應。

(C)  $\text{NaH}_{(s)}$  與水反應產生  $\text{Na}^+$ ， $\text{OH}^-$  和  $\text{H}_{2(g)}$

(D) 不可

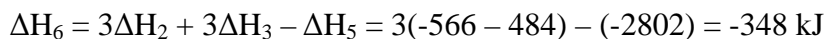
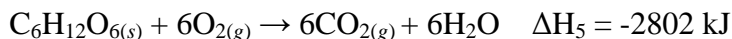
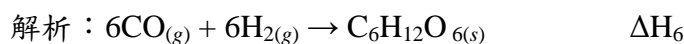
根據下列標準狀況下之資料，回答第 75、76 題。



75. 若可由水煤氣製得葡萄糖，則該反應的反應熱為下列何者？

- (A) -348 kJ
- (B) 348 kJ
- (C) 1752 kJ
- (D) -1752 kJ

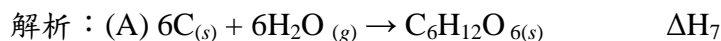
答案：(A)

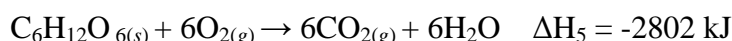


76. 下列敘述何者不正確？

- (A) 若由水與碳可直接製得葡萄糖，該反應是吸熱反應。
- (B) 1 g 葡萄糖完全氧化所放之熱少於 0.5 g 碳完全氧化所放之熱。
- (C)  $2\text{C}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{CO}_{(g)}$  的反應熱為 -110.5 kJ。
- (D) 以同莫耳數的碳來比較，燃燒葡萄糖比燃燒碳能釋放出更多的熱。

答案：(C)





$$\Delta H_7 = 6\Delta H_1 - \Delta H_5 = -2361 - (-2802) = 441 \text{ kJ} \quad \text{吸熱}$$

(B) 1 g 葡萄糖完全氧化之反應熱為  $\Delta H_5 / 180 = -2802 / 180 = -15.6 \text{ kJ}$

0.5 g 碳完全氧化之反應熱為  $\Delta H_1 / 12 / 2 = -393.5 / 24 = -16.4 \text{ kJ}$

(C)  $\Delta H_8 = 2\Delta H_1 - \Delta H_2 = 2 \times (-393.5) - (-566) = -221 \text{ kJ}$

(D) 用  $6\Delta H_1$  與  $\Delta H_5$  來比較：

$6\Delta H_1$  為放熱 2361 kJ，而  $\Delta H_5$  為放熱 2802 kJ。

77. 下列反應何者必須適度加熱才能有效地進行？

(A) 電石與水反應以產生乙炔

(B) 硬脂酸丙脂在鹼性水溶液中的水解

(C) 乙酸在水中解離

(D) 銀鏡反應

答案：(B) 此反應生成  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COO}^-\text{Na}^+ + \text{HO}(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$ ，需加熱。

78. 下列何項與膠體性質無關？

(A) 使用明礬淨水

(B)  $\text{SO}_2$  在大氣中產生光煙霧

(C) 製作豆腐

(D) 2 M 食鹽水溶液在  $0^\circ\text{C}$  以下結冰

答案：(D)

解析：(A) 明礬溶於水中形成的溶液是膠體溶液。

(B) 光煙霧屬膠體之一種。

(C) 豆腐是一種利用膠體的沉聚作用而製得的食物。

(D) 食鹽水溶液非膠體溶液。

79. 若硝化甘油 ( $\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9$ ，分子量：227) 分解後之產物為： $\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ 。

2.27 g 硝化甘油在 1 atm  $227^\circ\text{C}$  分解後可產生多少公升氣體？

(A) 1.62

(B) 6.48

(C) 2.97

(D) 7.09

答案：(C)

解析： $4\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9 \rightarrow 12\text{CO}_2 + 6\text{N}_2 + 10\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

1 mol 硝化甘油可得  $(12 + 6 + 10 + 1) \div 4 = 29/4 = 7.25 \text{ mol}$  氣體。2.27 g 得 0.0725 mol，相當於 500 K 時 2.97 L。

80. 下列關於鹽類水解的敘述何者正確？

甲：水溶液中弱酸鹽濃度越高，離子濃度也越高。這是因為濃度高時解離度大。

乙：從 0°C 到 25°C，溫度越高，醋酸鈉的水解程度越小。

丙：水解的逆反應必是酸鹼中和反應。

丁：用來配置緩衝溶液的鹽類必須能進行水解反應。

(A) 甲乙

(B) 乙丙

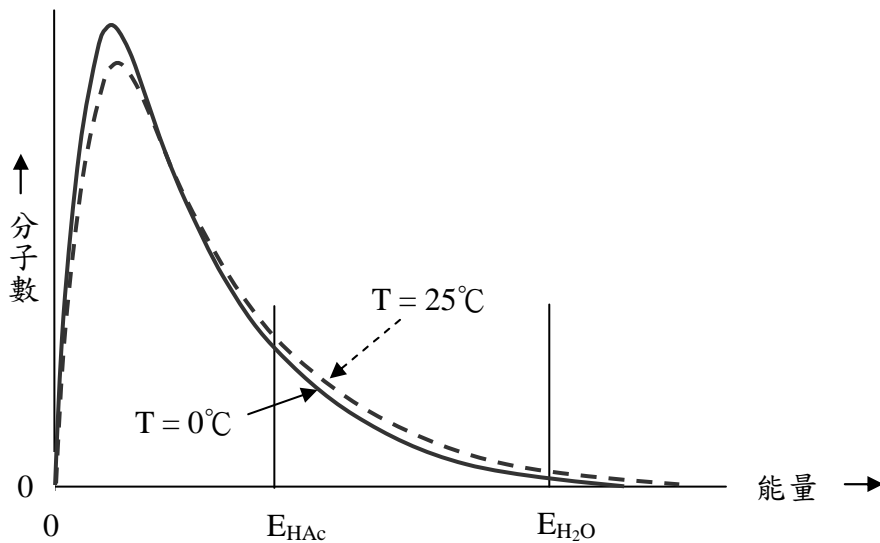
(C) 丙丁

(D) 甲丁

答案：(C)

解析：甲：濃度越高，解離度越小。

乙：從分解能觀點：室溫時  $K_a$  比  $K_w$  大  $1.8 \times 10^9$  倍 ( $1.8 \times 10^{-5} : 10^{-14}$ )，代表水溶液中醋酸分子解離能 ( $E_{HAc}$ ) 遠低於水分子的解離能 ( $E_{H_2O}$ )。因為同溫，此即表示超過醋酸解離能的醋酸分子數遠多於超過水解離能的水分子數。升高溫度時，醋酸及水兩種分子的解離數目都會變化。(參考下面的示意圖)。由 0°C 升溫至 25°C 後，以絕對數目來說，醋酸解離的分子數增加較多。但以自身比例來說，醋酸解離的所增比例遠少於水分子解離所增的比例。即改變溫度對  $K_a$  的相對變化不大， $K_w$  卻有顯著增加。



(若由數據來看， $T = 0^\circ\text{C}$  時  $K_a = 1.66 \times 10^{-5}$ ， $K_w = 0.115 \times 10^{-14}$ 。

$T = 25^\circ\text{C}$  時  $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ ， $K_w = 1 \times 10^{-14}$ 。)

$K_b = K_w \div K_a$ ，故  $K_b$  隨溫度上升而增加。(由  $T = 0^\circ\text{C}$  時的  $0.69 \times 10^{-10}$  增加到  $T = 25^\circ\text{C}$  時的  $5.6 \times 10^{-10}$ 。)  $K_b$  越大，水解程度越大。故 (乙) 的敘述錯誤。