

## 2013年第十屆清華盃全國高級中學化學科能力競賽-筆試初賽題解

### 第一部分：單選題(占 80 分)

說明：第1題至第50題，每題4個選項，其中只有一個是最適當的選項，畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題答對得1.6分，未作答、答錯、或畫記多於1個選項者，該題以零分計算。

1.  $t_1$  °C 時,  $\text{KNO}_3$  在水中的溶解度為  $W_1$  克/100 克  $\text{H}_2\text{O}$ ;  $t_2$  °C 時, 其溶解度為  $W_2$  克/100 克  $\text{H}_2\text{O}$ ; 若在  $t_2$  °C 時將 A 克的  $\text{KNO}_3$  飽和水溶液降溫至  $t_1$  °C, 則可獲得多少克之  $\text{KNO}_3$  沉澱?

(A)  $\frac{A(W_2 - W_1)}{100}$  克

(B)  $A - \frac{A(W_2 - W_1)}{(100 + W_2)}$  克

(C)  $\frac{A(W_2 - W_1)}{100 + W_2}$  克

(D)  $A - \frac{A(W_2 - W_1)}{100 + W_1}$  克

答案：(C)

解析：

$t_2$  °C 時  $100 + W_2$  克溶液中含有  $\text{KNO}_3$   $W_2$  克，將每克該溶液由  $t_2$  °C 降至  $t_1$  °C 時會沉澱出

$$\frac{W_2 - W_1}{100 + W_2} \text{克 } \text{KNO}_3$$

A 克該溶液會沉澱出  $\frac{A(W_2 - W_1)}{100 + W_2}$  克  $\text{KNO}_3$

2. 在定容定溫的密閉容器內，加入固態元素 A 與氣態元素 B 進行反應，正好完全反應，生成氣態化合物 C，氣體密度變為原來的 4 倍。則 A 在化合物 C 中的重量百分比為何？

(A) 80%

(B) 75%

(C) 66%

(D) 33%

答案：(B)

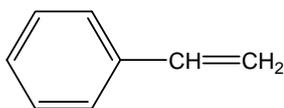
解析：

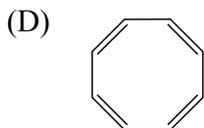
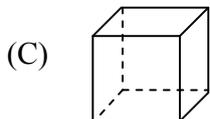
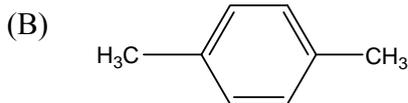
反應前後氣體密度分別為  $\frac{m_B}{V}$  及  $\frac{m_A + m_B}{V}$ ，而  $\frac{m_B}{V} / \frac{m_A + m_B}{V} = 1/4$ ， $m_A = 3 m_B$

$$\frac{3 m_B}{m_B + 3 m_B} \times 100\% = 75\%$$

3. 有一化合物的分子式為  $\text{C}_8\text{H}_8$ ，它不能使溴的  $\text{CCl}_4$  溶液褪色，則該化合物可能為下列何者？

(A)





答案：(C)

解析：

B 的分子式為  $C_8H_{10}$  故不是答案，A 與 D 有雙鍵會使溴溶液褪色也不是答案，因此選 C

4. 將純水加熱至較高的溫度，下列相關敘述，何者正確？

(A) 水的離子積變大，pH 變小，呈酸性

(B) 水的離子積不變，pH 不變，呈中性

(C) 水的離子積變小，pH 變大，呈鹼性

(D) 水的離子積變大，pH 變小，呈中性

答案：(D)

解析：

溫度變高，離子積變大(水的解離為吸熱反應)， $[H^+]$  變大，pH 變小， $[H^+] = [OH^-]$  呈中性

5. 標準狀態下有下列四種氣體：甲：6.72 升  $CH_4$ ，乙： $3.01 \times 10^{23}$  個 HCl 分子，丙：13.6 克  $H_2S$ ，丁 0.2 莫耳  $NH_3$ 。下列對於這四種氣體間關係的比較，何者正確？

(A) 體積：丁 < 甲 < 乙 < 丙

(B) 密度：甲 < 丁 < 丙 < 乙

(C) 質量：丁 < 甲 < 乙 < 丙

(D) 氫原子個數：乙 < 丙 < 丁 < 甲

答案：(B)

解析：

mol 數：甲  $\frac{6.72}{22.4} = 0.3 \text{ mol}$ ，乙  $\frac{3.01}{6.02} = 0.5 \text{ mol}$ ，丙  $\frac{13.6}{34} = 0.4 \text{ mol}$ ，丁 0.2 mol

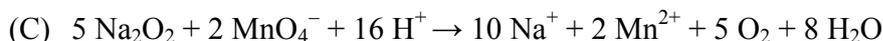
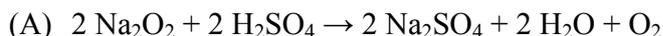
A. mol 數與體積成正比 丁 < 甲 < 丙 < 乙

B. 密度與分子量成正比 16 36.5 34 17, 甲 < 丁 < 丙 < 乙

C. 質量：分子量  $\times$  mol 數 4.8 18.25 13.6 3.4, 丁 < 甲 < 丙 < 乙

D. 氫原子個數 mol 數  $\times$  氫個數 / mol,  $0.3 \times 4 = 1.2$   $0.5 \times 1 = 0.5$   $0.4 \times 2 = 0.8$   $0.2 \times 3 = 0.6$ , 乙 < 丁 < 丙 < 甲

6. 下列那個反應中，過氧化鈉只表現出其氧化性？



答案：(D)

解析：

過氧化鈉同時具有氧化性及還原性，表現氧化性時氧由-1價轉為-2價，不可能產生0價的 $\text{O}_2$ ，故答案為D

7. 常溫時，下列與金屬性質相關的敘述，何者正確？

(A) 金屬都能導電

(B) 金屬的密度都大於  $1 \text{ g cm}^{-3}$

(C) 金屬都為晶體

(D) 金屬陽離子都只具有氧化性

答案：(A)

解析：

B 中 Li 的密度為  $0.534 \text{ g cm}^{-3}$

C 中 Hg 在常溫下為液態

D 中  $\text{Fe}^{+2}$  具有還原性

8. 下列有關各元素的電子親和力的比較，何者正確？

(A)  $\text{Cl} > \text{I} > \text{S} > \text{O}$

(B)  $\text{Cl} > \text{O} > \text{I} > \text{S}$

(C)  $\text{O} > \text{Cl} > \text{I} > \text{S}$

(D)  $\text{O} > \text{Cl} > \text{S} > \text{I}$

答案：(A)

解析：

電子親和力鹵素最高，且氯最高，VI A 族 O 最低

$\text{Cl} > \text{I}$ ，且  $\text{S} > \text{O}$ ，故  $\text{Cl} > \text{I} > \text{S} > \text{O}$

$$352 > 298 > 202 > 142$$

9. 下列有關描述  $\text{CH}_3\text{-CH=CH-C}\equiv\text{C-CH}_3$  分子結構的敘述，何者錯誤？

(A) 6 個碳原子不可能都在同一條直線上

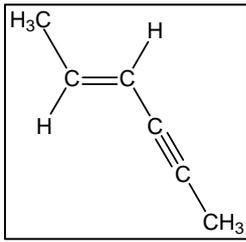
(B) 有可能只有 4 個碳原子在同一條直線上

(C) 6 個碳原子 4 個氫原子有可能在同一平面上

(D) 最多有 8 個原子在同一平面上

答案：(D)

解析：



6 個 C 兩個 H 再加上兩個 CH<sub>3</sub> 上各有一個 H 可落在同一平面順式結構亦然

10. 下述關於化合物的組成或性質，何者能確認該化合物必然是有機物？

- (A) 僅由碳氫兩種元素組成
- (B) 僅由碳氫氧三種元素組成
- (C) 在氧中能燃燒，且只生成二氧化碳
- (D) 熔點較低，且難溶於水

答案：(A)

解析：

- (B) H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
- (C) C or CO
- (D) 分子晶體如 S

11. 當二液體 A 與 B 混合時沒有發生化學反應，但可能會有熱的吸收或釋放。下列敘述何者正確？

- (A) 若混合時吸熱，混合液不可視為理想溶液
- (B) 若混合時放熱，混合液在某一範圍內其蒸氣壓會高於純 A 及純 B 的蒸氣壓
- (C) 若混合時熱的變化為零，表示 A 與 B 不互溶
- (D) 由丙酮與氯仿的混合液對拉午耳定律呈負偏差之事實，可知其混合時熱的變化為正值

答案：(A)

解析：

- (A) 混合時熱的變化為零才可視為理想溶液。
- (B) 若混合時熱的變化為負值，混合液能量較低，蒸氣壓低於理想溶液。
- (C) 此為理想溶液，完全互溶。
- (D) 負偏差表示 A--B 間引力大於純物質時 A--A 間或 B--B 間之引力，故混合時熱的變化為負值。

12. 因金價甚高，不肖銀樓業者常以鍍金物品假作真金買賣。一鍍金的銅器靜置於保險箱數年後，金色漸漸褪去。下列何者為其主因？

- (A) 銅原子被氧化
- (B) 銅原子擴散
- (C) 金表面被氧化
- (D) 金表面被硫化

答案：(B)



解析：

- (A) 銅包在內時，不被氧化。
- (B) 即使在固態，原子亦能進行擴散作用。
- (C) 金元素不被氧化。
- (D) 金元素不被硫化。

13. 下列各組化合物中共有幾組可以用來說明道耳頓的倍比定律？

甲：PH<sub>3</sub>，PF<sub>3</sub> 及 PCl<sub>3</sub>

乙：H<sub>2</sub>O，H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 及 H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>

丙：NO<sub>2</sub>，N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 及 N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

丁：1-甲基丙基苯，2-丁炔及異戊二烯

- (A) 1
- (B) 2
- (C) 3
- (D) 4

答案：(B)

解析：甲：元素不同。乙：H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>非純物質。故可用者為兩組。

14. 在 (Ca, Cl, Co, Cr, K, Ni, O, P, Ra, Rn, S, 過渡, 放射性) 此一符號及字詞群中，選取適當者填入下列空白，可使甲、乙、丙、丁都成為正確語句。

甲：\_\_\_之氫化物具有 18 個電子

乙：\_\_\_元素可有四價化合物

丙：\_\_\_是\_\_\_元素，其二價離子具有 27 個質子

丁：\_\_\_之氧化物絕大部分具有 48 個中子

被選者依序應為下列何者？

- (A) S, Cr, Ra, 放射性, Ca
- (B) P, Co, Cr, 過渡, Ni
- (C) O, Ni, Rn, 放射性, S
- (D) Cl, Rn, Co, 過渡, K

答案：(D)

解析：

依序為：Cl, (HCl, 17 + 1 = 18)；Rn 有二價和四價的化合物；Co, 過渡元素，具有 27 個質子；K, (K<sub>2</sub>O, 2 × 20 + 8 = 48)。

15. NaHCO<sub>3</sub> 為烤餅乾常用之膨鬆劑。計算 0.31 克 NaHCO<sub>3</sub> 含有各種元素的質量，下列答案何者正確？

- (A) C: 0.0443 克，H: 0.00373 克
- (B) Na: 0.0848 克，O: 0.177 克

(C) O: 0.18 克, H: 0.0037 克

(D) Na: 0.08487 克, C: 0.04432 克

答案：(C)

解析：

0.31 g  $\text{NaHCO}_3$  有效數字僅兩位。故 A、B 和 D 都錯。

$3 \times 16 \div (22.99 + 1.01 + 12.01 + 16.00 \times 3) \times 0.31 = 0.177 = 0.18$  克。

$1 \times 1.01 \div (22.99 + 1.01 + 12.01 + 16.00 \times 3) \times 0.31 = 0.00373 = 0.0037$  克。故 C 正確。

16. 方程式  $\text{MnO}_4^- + \text{Br}^- \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{BrO}_3^-$  (於鹼性溶液中) 平衡後, 式中左邊計量係數和減掉右邊計量係數和為下列何者?

(A) 2

(B) 1

(C) 0

(D) -1

答案：(D)

解析：

平衡後的方程式是： $\text{H}_2\text{O} + 2\text{MnO}_4^- + \text{Br}^- \rightarrow 2\text{MnO}_2 + \text{BrO}_3^- + 2\text{OH}^-$

$(1 + 2 + 1) - (2 + 1 + 2) = -1$

17. 台灣某化工公司生產合成樹脂、電子化學材料、光阻材料、電路基板、顯示器材料等, 應用範圍寬廣。下列敘述何者正確?

(A) 光阻材料是指通過可見光、紫外光、遠紫外光和 X 射線等的照射, 使其蒸氣壓發生變化的蝕刻薄膜材料

(B) 光阻材料是一種用在許多工業製程上的光敏材料。將它被覆在物體表面, 經一定的技術處理, 可以刻出一個設計好的圖案。所以它是半導體及 TFT-LCD 等微影製程中的關鍵材料

(C) 塑料 (plastic) 是合成樹脂的主要成分

(D) 有機玻璃 (例如壓克力) 中只含有少量合成樹脂

答案：(B)

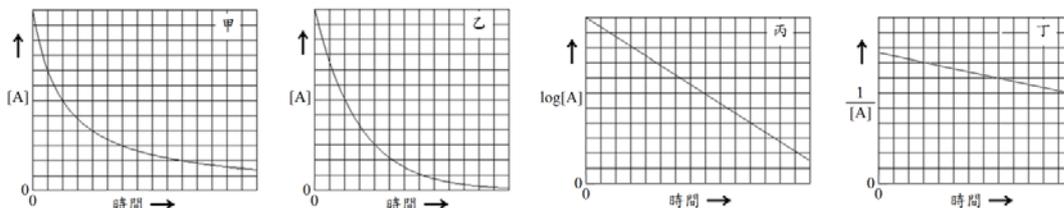
解析：

(A) 溶解度發生變化。

(C) 塑料是指以高分子量的合成樹脂為主要成分, 再加入適當添加劑, 如增塑劑、穩定劑、阻燃劑、潤滑劑、著色劑等, 經加工成型的塑性 (柔韌性) 材料, 或交聯固化形成的剛性材料。

(D) 有機玻璃主成分是合成樹脂

18.  $A + B \rightarrow C + D$  的反應速率式為  $\text{Rate} = k[A]^2$ 。下列四圖中何者可能是此反應的紀錄圖？



- (A) 甲  
 (B) 乙  
 (C) 丙  
 (D) 丁

答案：(A)

解析：

甲圖符合二級反應特性：濃度減半，其半生期加倍。乙圖符合一級反應特性：濃度減半，其半生期不變。丙圖符合一級。丁圖如果斜率為正才符合二級。

19. 錳原子基態電子組態中，最高能量七個電子之排列應為下列何者？

- (A)  $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \downarrow$   
 (B)  $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$   
 (C)  $\uparrow \downarrow \uparrow \downarrow \uparrow \downarrow \uparrow$   
 (D)  $\uparrow \downarrow \uparrow \downarrow \uparrow \_ \_ \uparrow \downarrow$

答案：(A)

解析：

最高能量七個電子之排列應為  $3d^5 4s^2$ ，同一軌域電子自旋不能相同。五個 d 電子分別在不同的 d 軌域裡。

20. 反應  $\frac{1}{2} \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HI}(\text{g})$  在 718 K 時的平衡常數為 7.07。各物種的鍵能 (kJ/mol) 為：  
 $\text{H}_2(\text{g})$ , 436； $\text{I}_2(\text{g})$ , 151； $\text{HI}(\text{g})$ , 297。下列敘述何者正確？

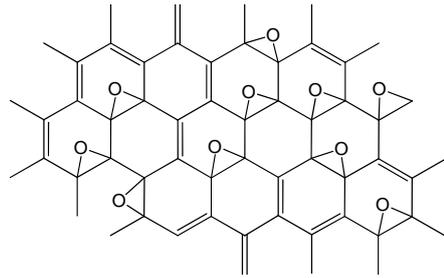
- (A) 反應  $\frac{1}{4} \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{4} \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \frac{1}{2} \text{HI}(\text{g})$  在 718 K 時的平衡常數為 3.54  
 (B) 反應  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$  在 718 K 時的平衡常數為 14.1  
 (C) 雖然反應方程式兩邊分子數相同，在 718 K 時平衡常數大於 1，表示當各物質的分壓都是一大氣壓時，反應趨向右邊，但該反應不是放熱反應  
 (D) 反應  $\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \frac{1}{2} \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{I}_2(\text{g})$  在 718 K 時的平衡常數為 1.41

答案：(C)

解析：

- (A) 係數減半，平衡常數為原來之平方根。  
 (B) 係數加倍，平衡常數為原來之平方。  
 (C) 反應趨向哪邊與吸熱或放熱無絕對關係。由鍵能計算反應焓為正值，應為吸熱反應。  
 (D) 逆反應，平衡常數為原來之倒數。

21. 石墨可與適當的強氧化劑反應產生單層的石墨烯氧化物，假設右圖為石墨烯氧化物的模型；此化合物除了烯以外，只有環氧醚的官能基。已知 20% 的碳原子在此化合物中保持  $sp^2$  混成，則此石墨烯氧化物的化學簡式應為下列何者？



- (A)  $C_4O$   
 (B)  $C_4O_3$   
 (C)  $C_5O_2$   
 (D)  $C_2O$

答案：(C)

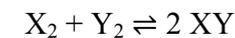
解析：

20% 的碳原子仍保留  $sp^2$  混成，這表示 80% 的碳原子與氧原子形成環氧醚。因為每一個環氧醚官能基由兩個碳原子與一個氧原子鍵結形成，所以此化合物的  $C:O = 2:0.8$ ，因此該氧化物的簡式為  $C_2O_{0.8}$ ，即  $C_5O_2$ 。

22. 已知  $X_2(g) + Y_2(g) \rightleftharpoons 2XY(g)$ 。於一密閉容器中置入兩氣體  $X_2$  與  $Y_2$ ，已知一開始  $X_2$  與  $Y_2$  的莫耳數比為 2:1；若將此容器保持在某溫度下，此密閉容器中的反應達到平衡，且此時  $X_2$  與  $Y_2$  的分子數總和為  $XY$  分子數的 1.5 倍，則此反應的平衡常數約為下列何者？
- (A) 0.64  
 (B) 1.28  
 (C) 2.56  
 (D) 5.12

答案：(C)

解析：一開始  $X_2$  與  $Y_2$  莫耳數比為 2:1，則



$$x \quad x \quad 2x$$

$$2-x \quad 1-x \quad 2x$$

分子數與莫耳數成正比，所以  $(2-x) + (1-x) = 1.5(2x) = 3x$ ，

$$3-2x = 3x, 3 = 5x, x = 0.6$$

$$\text{平衡常數} : (1.2)^2 / [(2-0.6)(1-0.6)] = 2.57。$$

23. 將 0.1 莫耳的  $NaOH$ 、 $PbI_2$ 、 $Pb(NO_3)_2$  和  $[Co(NH_3)_6]Cl_3$  固體，分別置入 100 毫升水中，待溶解並達平衡後，哪一個溶液有最低的蒸氣壓？
- (A)  $NaOH$   
 (B)  $PbI_2$   
 (C)  $Pb(NO_3)_2$   
 (D)  $[Co(NH_3)_6]Cl_3$

答案：(D)

解析：

$PbI_2$  是難溶性鹽，所以此溶液有最高的蒸氣壓。1 莫耳  $[Co(NH_3)_6]Cl_3$  溶於水產生 1 莫耳  $[Co(NH_3)_6]^{3+}$  和 3 莫耳  $Cl^-$ ，所以該溶液有最低的蒸氣壓。

24. 鉬和鎢金屬的熔點分別是各該列過渡金屬中最高的，下列何者為其最有可能的原因？
- (A) 鉬和鎢元素的游離能分別是各該列過渡金屬中最大的  
 (B) 鉬和鎢元素的電子親和力分別是各該列過渡金屬中最大的

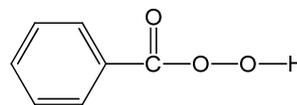
(C) 鈾和鎢金屬的金屬鍵鍵能分別是各該列過渡金屬中最高的

(D) 鈾和鎢元素的電負度分別是各該列過渡金屬中最大的

答案：(C)

解析：因為金屬熔化需要破壞金屬原子間的金屬鍵，金屬鍵愈強則熔點愈高。

25. 過氧苯甲酸結構如右圖所示，它與過氧化氫的分子結構中都有“-O-O-”。過氧苯甲酸常被用作食品漂白劑，但它會破壞食品中的維他命 C 和維他命 E 而降低食品的营养價值。下列有關過氧苯甲酸破壞維他命 C 和維他命 E 的過程何者正確？



(A) 維他命 C 和維他命 E 的酸性被中和

(B) 維他命 C 和維他命 E 的鹼性被中和

(C) 維他命 C 和維他命 E 被氧化

(D) 維他命 C 和維他命 E 被還原

答案：(C)

解析：過氧苯甲酸與過氧化氫皆有很強氧化力，可以氧化維他命 C 和維他命 E。

26. 下列分子的中心原子何者沒有符合八隅體規則？

(A)  $\text{OF}_2$

(B)  $\text{PF}_5$

(C)  $\text{NF}_3$

(D)  $\text{CO}_2$

答案：(B)

解析：雖然 F 的電負度比 N、P、O 原子大，但是此四化合物仍是共價分子，所以只有  $\text{PF}_5$  的 P 原子的外層有 10 個電子，沒有滿足八隅體規則。

27. 等濃度(M)及等體積的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4$  和  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  三溶液，若取其中兩溶液混合可得白色沉澱，過濾後的濾液再與第三種溶液混合。下列相關的敘述何者正確？

(A) 白色沉澱為  $\text{BaSO}_4$

(B) 最後的混合溶液一定呈酸性

(C) 最後的混合溶液一定呈中性

(D) 最後的混合溶液一定呈鹼性

答案：(D)

解析：

(1)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow 2 \text{NaOH} + \text{BaCO}_3\downarrow$ ，濾液為  $\text{NaOH}$  水溶液，因此與  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液進行中和反應產生  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ，因  $\text{SO}_4^{2-}$  離子具弱鹼性，在溶液中會水解產生  $\text{OH}^-$  和  $\text{HSO}_4^-$  離子，故最後溶液呈鹼性。

(2)  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{BaSO}_4\downarrow$ ，濾液為水，因此該濾液與  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液混合後的溶液呈鹼性。

28. 在  $t^\circ\text{C}$  時，將化合物 A (不含結晶水) 的不飽和水溶液分成三等份。分別加熱濃縮此三溶液，然後再降溫回到  $t^\circ\text{C}$ 。已知三份溶液分別蒸發了 10, 20 和 30 克的水，並分別析出 x、y 和 z 克的 A，則下列何者為 x、y 和 z 的關係？

- (A)  $z = x + y$   
 (B)  $z = 2y + x$   
 (C)  $z = 2x - y$   
 (D)  $z = 2y - x$

答案：(D)

解析：三份不飽和溶液在蒸發了 10 克的水及析出  $x$  克的 A 後變成飽和溶液，假設再繼續蒸發 10 克水時可再析出  $a$  克的 A，則可得下列二式：

$$x + a = y \cdots(1), y + a = z \cdots(2); \text{由}(1)\text{和}(2)\text{可得 } 2y - x = z。$$

29. 最近有不肖業者佯裝「魚醫生」兜售含有二鉻酸鉀的水產偽藥給石斑魚養殖業者，二鉻酸鉀是一種有毒且具致癌性的試劑，誤食後對人體健康產生嚴重的危害。下列有關二鉻酸鉀的敘述，何者**錯誤**？

- (A) 二鉻酸鉀為一強氧化劑，在酸性溶液中的氧化能力比鹼性溶液中弱  
 (B) 二鉻酸鉀可用來鑑別有機醛與有機酮  
 (C) 二鉻酸鉀可用來檢測人體血液酒精的含量  
 (D) 二鉻酸鉀水溶液會水解產生鉻酸鉀

答案：(A)

解析：二鉻酸鉀在酸性溶液中才會有強氧化力。

30. 在  $25^\circ\text{C}$  時，將  $\text{pH} = 5$  的硫酸溶液稀釋 500 倍，則下列何者最接近稀釋後硫酸溶液中的硫酸根離子的濃度與氫離子濃度的比例？

- (A) 10 : 1  
 (B) 1 : 10  
 (C) 1 : 2  
 (D) 1 : 1

答案：(B)

解析：硫酸溶液中的硫酸根離子濃度一定比氫離子濃度低，在  $\text{pH} = 5$  的硫酸溶液中， $\text{H}_2\text{SO}_4$  幾乎完全解離，所以  $[\text{SO}_4^{2-}] : [\text{H}^+] \approx 1 : 2$ ，但是該溶液稀釋 500 倍後，水的解離貢獻變成是氫離子主要的來源，所以  $[\text{H}^+] \approx 1.2 \times 10^{-7} \text{ M}$ ， $[\text{SO}_4^{2-}] = 1.0 \times 10^{-8}$ ，所以  $[\text{SO}_4^{2-}] : [\text{H}^+] \approx 1 : 12$ 。

31. 構造為面心立方最緊密堆積而邊長 100 奈米的立方金顆粒，共含有多少金原子(半徑為 144 pm(皮米))？

- (A)  $1.18 \times 10^8$   
 (B)  $2.37 \times 10^8$   
 (C)  $5.92 \times 10^7$   
 (D)  $9.46 \times 10^7$

答案：(C)

解析：

在面心立方最緊密堆積中，每個單位晶格含有 4 個原子，單位晶格邊長  $a$  與原子半徑  $r$  之關係為  $\sqrt{2}a = 4r \therefore a = 2\sqrt{2}r$

$$n = \frac{4 \times (100 \text{ nm})^3}{(144 \text{ pm} \times 2\sqrt{2})^3} = 5.92 \times 10^7$$

32. 將50.0 mL的 0.200 M 醋酸( $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ ) 和50.0 mL 的0.200 M NaF ( $K_a = 7.4 \times 10^{-4}$ ) 混合，則溶液的 $[H^+]$ 為何?

- (A)  $1.2 \times 10^{-4}$  M
- (B)  $2.3 \times 10^{-4}$  M
- (C)  $8.5 \times 10^{-5}$  M
- (D)  $9.8 \times 10^{-5}$  M

答案：(A)

解析：

混合後醋酸和NaF的濃度都是0.100 M，此兩種溶液的關係為酸解離(eq1, 2)，質量平衡(eq3, 4)及電荷平衡(eq5)

$$[OAc^-] / [HOAc] = 1.8 \times 10^{-5} / [H^+] \quad \text{eq1}$$

$$[F^-] / [HF] = 7.4 \times 10^{-4} / [H^+] \quad \text{eq2}$$

$$[HOAc] + [OAc^-] = 0.100 \quad \text{eq3}$$

$$[HF] + [F^-] = 0.100 \quad \text{eq4}$$

$$[Na^+] + [H^+] = [OAc^-] + [F^-] + [OH^-] \quad \text{eq5}$$

在eq5， $[Na^+]$ 為0.100 M，運用eq1和eq3， $[OAc^-]$ 可以表示成 $[H^+]$ 的函數。同樣運用eq2和eq4， $[F^-]$ 可以表示成 $[H^+]$ 的函數。因此eq5可以轉換為eq6。

$$0.100 + [H^+] = 0.100 / (1 + [H^+] / 1.8 \times 10^{-5}) + 0.100 / (1 + [H^+] / 7.4 \times 10^{-4}) + [OH^-] \quad \text{eq6}$$

由於該混合物可以認為是HOAc / NaOAc緩衝溶液和HF / NaF緩衝溶液的混合，因此 $[H^+]$ 應當介於 $10^{-5} \sim 10^{-4}$ 之間，遠小於0.100 M但遠大於 $[OH^-]$ ，eq6可以重新整理為eq7。

$$(1.8 \times 10^{-5} + [H^+])(7.4 \times 10^{-4} + [H^+]) = 1.8 \times 10^{-5}(7.4 \times 10^{-4} + [H^+]) + 7.4 \times 10^{-4}(1.8 \times 10^{-5} + [H^+]) \quad \text{eq7}$$

eq7可以簡化為eq8

$$[H^+]^2 = (1.8 \times 10^{-5})(7.4 \times 10^{-4}) \quad \text{eq8}$$

因此 $[H^+] = 1.2 \times 10^{-4}$  M

33. 反應物A的分解為零級反應，反應速率常數為k，下列敘述何者正確?

- (A) 反應速率常數的單位為 M
- (B) A 濃度加倍半生期不變
- (C) A 濃度減半所需時間為  $0.693/k$
- (D) A 濃度減至原來濃度 $[A]_0$ 的1/4 所需時間為  $0.75 [A]_0/k$

答案：(D)

解析：

$$(D) \text{零級反應 } [A]_0 - [A] = kt$$

$$\text{因 } [A] = 0.25 [A]_0 \text{ 所以 } t = 0.75 [A]_0/k$$

34.  $(NH_4)_2SO_4$  固體中不具有下列何種鍵結?

- (A) 離子鍵
- (B) 氫鍵
- (C) 雙鍵
- (D) 共價鍵

答案：(C)

解析： $\text{SO}_4^{2-}$ 的路易斯點式可寫成  $\left[ \begin{array}{c} \text{O} \\ | \\ \text{O}-\text{S}-\text{O} \\ | \\ \text{O} \end{array} \right]^{2-} \leftrightarrow \left[ \begin{array}{c} \text{O} \\ | \\ \text{O}=\text{S}=\text{O} \\ | \\ \text{O} \end{array} \right]^{2-} \leftrightarrow \left[ \begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{O}=\text{S}-\text{O} \\ | \\ \text{O} \end{array} \right]^{2-}$  --- 不論何種型式 S-O間不可能為雙鍵。S的3d Orbital能量較O的2p orbital高很多，一般相信參加鍵結的機率低。理論計算(J.mol.Model,2000,6,282)結果顯示S的3d orbital僅有0.1 electron的機率，因此共振式中含S = O的貢獻很小，因而不重要。

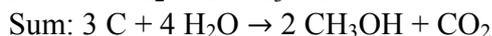
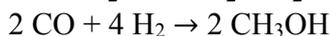
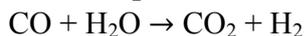
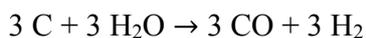
下二題為題組

35. 由煤與水蒸氣可製造水煤氣，而由一氧化碳與水反應可生成二氧化碳與氫氣，一氧化碳與氫可製得甲醇。最有效利用煤來與水蒸氣反應，製造甲醇的平衡方程式之係數和為何？

- (A) 4  
(B) 6  
(C) 8  
(D) 10

答案：(D)

解析：



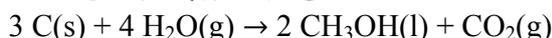
36. 承上題，已知 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 、 $\text{CO}(\text{g})$ 、 $\text{CO}_2(\text{g})$ 及 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$ 之生成熱分別為 $-241.8 \text{ kJ/mol}$ 、 $-110.2 \text{ kJ/mol}$ 、 $-393.6 \text{ kJ/mol}$ 和 $-238.7 \text{ kJ/mol}$ 。由煤與水蒸氣反應製甲醇液體之反應熱為何？

- (A) 96.2 kJ/mol  
(B) -390.5 kJ/mol  
(C) -142.5 kJ/mol  
(D) 142.5 kJ/mol

答案：(A)

解析：

將反應方程式標上狀態



因此反應熱為

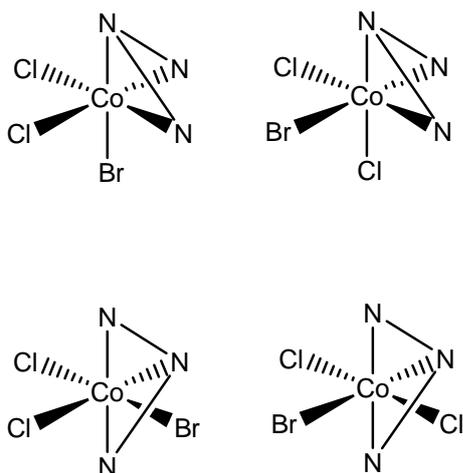
$$-393.6 + 2 \times (-238.7) - 4 \times (-241.8) = 96.2 \text{ (kJ/mol)}$$

37.  $\text{Co}(\text{trien})\text{BrCl}_2$ 共有多少同分異構物？(trien:  $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ 為三牙配位基)

- (A) 2  
(B) 3  
(C) 4  
(D) 5

答案：(C)

解析：



38. 下列原子或離子移去一個電子，所需能量大小順序，何者錯誤？

- (A)  $\text{Cl} > \text{Cl}^- > \text{F}^-$   
 (B)  $\text{Ar} > \text{Cl}^+ > \text{K}$   
 (C)  $\text{Na}^+ > \text{Ne} > \text{F}^-$   
 (D)  $\text{Be} > \text{Mg} > \text{Al} > \text{Na}$

答案：(B)

解析：由Ar中移去一個電子較 $\text{Cl}^+$ 容易

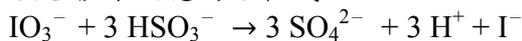
39. 下列有關碘鐘秒錶反應的實驗，何者錯誤？

- (A) 亞硫酸氫鈉在反應中是還原劑  
 (B) 亞硫酸氫鈉的濃度必須比碘酸鈉高  
 (C) 反應中含碘的物質扮演還原劑及氧化劑的角色  
 (D) 反應的指示劑為澱粉溶液

答案：(B)

解析：

碘鐘秒錶反應的方程式：



因此碘酸鈉的濃度必須高於亞硫酸氫鈉濃度的三分之一

亞硫酸氫鈉濃度可以高於碘酸鈉的濃度，但不必須，也不可高過三倍。

40. 下列與主量子數 $n = 4$ 有關的敘述，何者正確？

- (A) 第一個填滿 $n = 4$ 軌域的元素為氫  
 (B) 主量子數 $n = 4$ 的軌域共9個  
 (C) 氫原子在 $n = 4$ 的激發態時共可發出4條放射光譜線  
 (D) 氫原子從 $n = 4$ 所發出的放射光譜，最高與最低頻率譜線的能量比值為19.3

答案：(D)

解析：

第一個填滿 $n = 4$ 軌域的元素為鐳系金屬，主量子數 $n = 4$ 的軌域共16個，氫原子在 $n = 4$ 的激發態時不可能發出4條放射光譜線。

最高與最低頻率譜線的能量比值為  $(1 - 1/16) / (1/9 - 1/16) = 19.3$

41. 某  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  水溶液的凝固點為  $-0.558^\circ\text{C}$ ，若於此溶液加入 KI 固體使溶液中之  $\text{Pb}^{2+}$  剛好完全沉澱，假設溶液中溶劑的質量不變，則此時的溶液之沸點約為多少？(水的  $K_f = 1.86^\circ\text{C}/m$ ， $K_b = 0.52^\circ\text{C}/m$ ，將此溶液視為理想溶液且 KI 與  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  在溶液中完全解離)

- (A)  $100.52^\circ\text{C}$   
 (B)  $101.16^\circ\text{C}$   
 (C)  $100.10^\circ\text{C}$   
 (D)  $100.21^\circ\text{C}$

答案：(D)

解析：

假設  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  之濃度為  $x\ m$

$$x \times 3 \times 1.86 = 0.558, x = 0.100\ m$$



$\therefore$  要使  $\text{Pb}^{2+}$  完全沉澱，需加入  $0.200\ m$  之 KI

故此時溶液中共含有  $0.200\ m$  的  $\text{K}^{+}$  及  $0.200\ m$  之  $\text{NO}_3^{-}$

$$\Rightarrow \Delta T_b = 0.52 \times 0.400 = 0.21, \text{沸點為 } 100.21^\circ\text{C}$$

42. 半導體製造工業為我國電子產業中非常重要的一環。下列有關半導體材料之敘述何者**錯誤**？

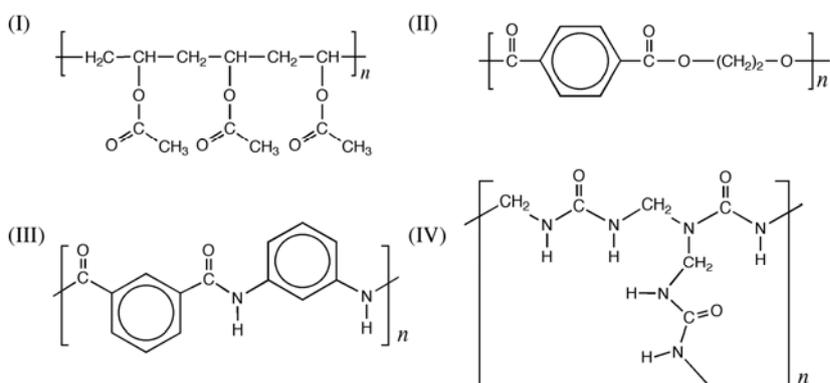
- (A) 升高溫度可使半導體導電度增加  
 (B) 半導體材料可用於製造太陽能電池  
 (C) 在純矽中摻雜少許的硼原子會形成 p 型的半導體  
 (D) 在純矽中摻雜少許的磷原子會形成 p 型的半導體

答案：(D)

解析：

磷原子的價電子比矽多一個，在純矽中摻雜少許的磷原子會形成 n 型的半導體

43. 石化工業在經濟發展佔有舉足輕重的地位，其包含了上、中、下游工業，而下游工業主要是生產如人造纖維和塑膠等聚合物。以下為常見的四種聚合物的分子結構，則下列相關敘述何者正確？



- (A) I 為一加成聚合物  
 (B) II 和 III 均由兩個單體組成，其中一個單體相同  
 (C) II 屬於聚酯類，常稱作耐綸-66  
 (D) IV 由尿素與二氯甲烷聚合而成

答案：(A)

解析：

I 為聚乙酸乙烯酯，只有乙酸乙烯酯一種單體，是一種加成聚合物；II、III、IV 則由兩個單體聚合而成，為縮合聚合物；II 屬於聚酯類但稱為達克綸；II 的單體為對苯二甲酸和乙二醇，而 III 的單體為鄰苯二甲酸和鄰苯二胺，故其單體不同；IV 的單體為尿素與甲醛。

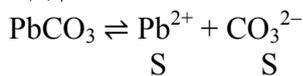
44. 以下為各離子化合物在 25 °C 時之溶度積常數( $K_{sp}$ )，則在 25 °C 時，何者的溶解度最大？

$PbCO_3$	$1.5 \times 10^{-15}$
$Ag_3PO_4$	$1.8 \times 10^{-18}$
$Cu(OH)_2$	$2.2 \times 10^{-20}$
$Hg_2Cl_2$	$1.1 \times 10^{-18}$

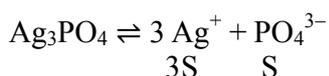
- (A)  $PbCO_3$   
 (B)  $Ag_3PO_4$   
 (C)  $Cu(OH)_2$   
 (D)  $Hg_2Cl_2$

答案：(B)

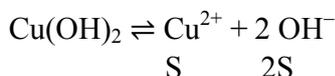
解析：



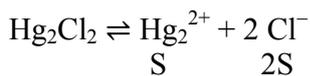
$$(S) \times (S) = 1.5 \times 10^{-15} \Rightarrow S = 3.9 \times 10^{-8}$$



$$(3S)^3 \times S = 1.8 \times 10^{-18} \Rightarrow S = 1.6 \times 10^{-5}$$



$$S \times (2S)^2 = 2.2 \times 10^{-20} \Rightarrow S = 1.8 \times 10^{-7}$$



$$S \times (2S)^2 = 1.1 \times 10^{-18} \Rightarrow S = 6.5 \times 10^{-7}$$

45. 定溫下於固定體積的密閉容器中置入氣體反應物 A 後，會分解成氣體產物 B 和 C，A、B 和 C 在容器內之濃度與反應時間之關係如下表所示：

時間(sec)	[A](M)	[B](M)	[C](M)
0	0.540	0	0
5	0.530	0.015	0.021
15	0.514	0.039	0.053
30	0.496	0.066	0.089

若此反應之方程式為  $x A \rightarrow y B + z C$ ，且  $x, y, z$  為最簡單的整數，則下列何者正確？

- (A)  $x + y = 3$   
 (B)  $y + z = 7$   
 (C)  $x > y$   
 (D)  $y > z$

答案：(B)

解析：

0~5 秒時

$$A \text{ 的消耗速率 } \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{0.540 - 0.530}{5} = 0.002 \text{ M/sec}$$

$$B \text{ 的生成速率 } \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{0.015}{5} = 0.003 \text{ M/sec}$$

$$C \text{ 的生成速率 } \frac{\Delta[C]}{\Delta t} = \frac{0.021}{5} = 0.004 \text{ M/sec}$$

速率比  $A : B : C = 2 : 3 : 4 \Rightarrow$  代表其係數比  $x : y : z = 2 : 3 : 4$

又  $x, y, z$  為最小整數，故  $x = 2, y = 3, z = 4$

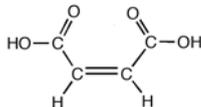
46. 下列那一個分子中具有不同混成軌域的碳原子？

- (A) 順丁烯二酸  
 (B) 異丙醇  
 (C) 阿司匹靈  
 (D) 對苯二甲酸

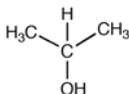
答案：(C)

解析：

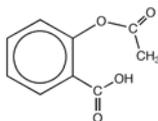
- (A) 順丁烯二酸所有碳均具有  $sp^2$  混合軌域



- (B) 異丙醇所有碳均具有  $sp^3$  混成軌域



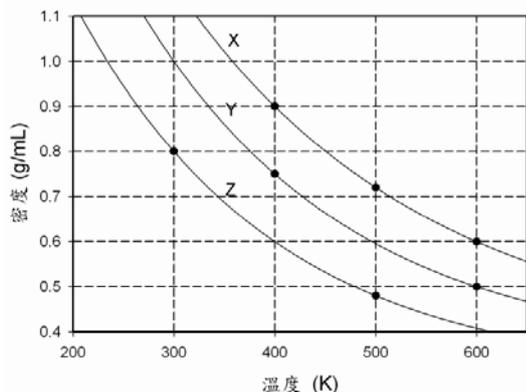
- (C) 阿司匹靈甲基(CH<sub>3</sub>)的碳具有  $sp^3$  混成軌域，其餘碳具有  $sp^2$  混成軌域



(D) 對苯二甲酸所有碳均具有  $sp^2$  混成軌域



47. 下圖為理想氣體的密度與溫度之關係圖：



若 X、Y、Z 曲線代表同壓下三種不同之氣體，則 X、Y 和 Z 曲線所代表氣體之分子量比為何？

- (A) 6 : 5 : 4
- (B) 2 : 3 : 4
- (C) 1 : 2 : 5
- (D) 3 : 5 : 8

答案：(A)

解析：

$PM = dRT$ ，在同壓下  $M \propto dT$ ，由圖中可知

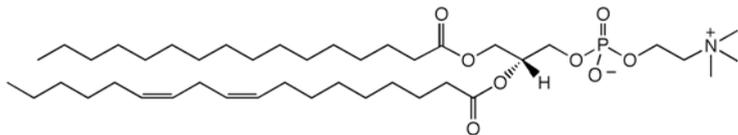
$$X: d \times T = 0.9 \times 400 = 360 \text{ K}\cdot\text{g/mL}$$

$$Y: d \times T = 0.5 \times 600 = 300 \text{ K}\cdot\text{g/mL}$$

$$Z: d \times T = 0.8 \times 300 = 240 \text{ K}\cdot\text{g/mL}$$

$$\Rightarrow \text{分子量}(M)\text{比 } X : Y : Z = 360 : 300 : 240 = 6 : 5 : 4$$

48. 微脂體(liposome)是由脂質雙層膜(lipid bilayer)所組成的微小球體，近年來已被成功用於藥物載體，微脂體的技術對製藥和生物技術產業發展有著重要的地位。其中微脂體的脂質膜常由磷脂所組成，以下為一種磷脂的分子結構，下列有關此一分子的敘述何者**錯誤**？



- (A) 此分子具有界面活性劑的性質
- (B) 此分子具有三級胺的官能基
- (C) 此分子水解後可產生不飽和的脂肪酸
- (D) 此分子屬於酯類

答案：(B)

解析：此分子具有四級銨離子而非三級胺

49. 下列各組化合物或分子中無法以所提供物質(中括號內)分辨者為何？

(A) 甲酸甲酯/丙醛 [斐林試液]

(B) 乙酸乙酯/乙醇 [Na(s)]

(C) 柳酸/醋酸 [FeCl<sub>3</sub>(aq)]

(D) CO<sub>2</sub> / N<sub>2</sub> [Ca(OH)<sub>2</sub>(aq)]

答案：(A)

解析：

甲酸甲酯和丙醛均具有醛基(CHO)會與斐林試液反應，故無法以此分辨

50. 下列有關分子和化合物之物理性質比較，何者錯誤？

(A) 熔點高低：對二甲苯>鄰二甲苯>間二甲苯

(B) 沸點高低：正戊烷>異戊烷>新戊烷

(C) 熔點高低：MgO > NaCl > NaF

(D) 氣體分子間作用力：NH<sub>3</sub> > CO<sub>2</sub> > Ar

答案：(C)

解析：

(A)對二甲苯的對稱性比鄰二甲苯和間二甲苯高，故熔點最高；又鄰二甲苯的極性比間二甲苯高，故其熔點較間二甲苯高

(B)分子形狀愈長分子間接觸面積愈大則分散力愈強，故沸點比較：正戊烷>異戊烷>新戊烷

(C)應為 MgO > NaF > NaCl，NaF 與 NaCl 有相同的離子電荷和類似結構但 NaF 陰陽離子間距離較 NaCl 近，作用力較強，故 NaF 熔點比 NaCl 高

(D)NH<sub>3</sub> 分子具有極性，分子間作用力最強；CO<sub>2</sub> 分子比 Ar 大，電子數較多故有較強的分散力

## 第二部分：多選題(占 40 分)

說明：第51題至第70題，每題有5個選項，其中至少有1個是正確的選項，選出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2分；答錯1個選項者，得1.2分，答錯2個選項者，得0.4分，所有選項均未作答或答錯多於2個選項者，該題以零分計算。

51. 將氣體 A 置入一恆溫真空定容密閉容器內，在溫度  $T_1$  及  $T_2$  進行可逆反應  $A(g) \rightleftharpoons B(g) + Q$ ， $Q$  為能量之變化。如圖所示， $P_B$  為氣體 B 之分壓， $n_{A1}$  及  $n_{A2}$  為氣體 A 之起始莫耳數， $P_{A1}$  及  $P_{A2}$  為 A 之起始分壓。下列相關敘述，哪些正確？

(A)  $T_1 < T_2$

(B)  $P_{A1} > P_{A2}$

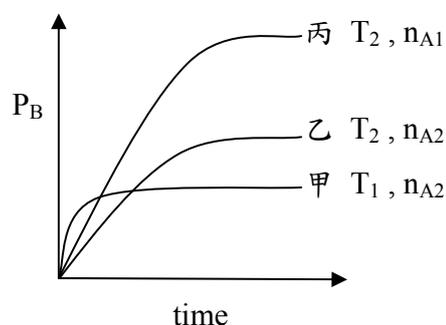
(C)  $Q > 0$

(D)  $\Delta H > 0$

(E) 曲線甲及乙中，A 之起始分壓相同

答案：(B)(C)

解析：



一般討論速率，常不考慮逆反應，但許多原則可通用

(A)  $T_1 > T_2$ ，溫度愈高，反應速率愈快【曲線甲乙】

(B) 曲線乙丙，A 之分壓(莫耳數)愈大，反應速率愈快  $n_{A1} > n_{A2}$ ,  $P_{A1} > P_{A2}$

(C)(D) 曲線甲乙，溫度愈高，產率愈低，故為放熱反應， $Q > 0$ ,  $\Delta H < 0$

(E) 起始莫耳數皆為  $n_{A2}$ ，但溫度不同，壓力也不同

52. 在 0.1 M  $\text{Na}_2\text{S}$  水溶液中，已知  $\text{S}^{2-}$  在該溶液中僅極小部份水解，下列各物種濃度的關係，哪些正確？

(A)  $[\text{Na}^+] = 2[\text{S}^{2-}] + 2[\text{HS}^-] + 2[\text{H}_2\text{S}]$

(B)  $[\text{Na}^+] + [\text{H}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{HS}^-] + [\text{S}^{2-}]$

(C)  $[\text{OH}^-] = [\text{H}^+] + [\text{HS}^-] + 2[\text{H}_2\text{S}]$

(D)  $[\text{Na}^+] > [\text{S}^{2-}] > [\text{OH}^-] > [\text{HS}^-]$

(E)  $[\text{Na}^+] + [\text{OH}^-] = [\text{H}^+] + 2[\text{S}^{2-}] + 3[\text{HS}^-] + 4[\text{H}_2\text{S}]$

答案：(A)(C)(D)(E)

解析：

(A) 質量平衡式

(B) 電荷平衡式，但應為  $2[\text{S}^{2-}]$

(C) 質量平衡式  $[\text{OH}^-]$  由水的自身解離及  $\text{S}^{2-}$  的兩級水解產生

(D)  $[\text{Na}^+] > 2[\text{S}^{2-}]$ ,  $[\text{S}^{2-}] \gg [\text{OH}^-]$ ，由(C)  $[\text{OH}^-] > [\text{HS}^-]$

(E) 由(A) + (C)可得

53. 某溶液甲中加入過量鹽酸生成白色沉澱。過濾後的溶液中加入氨水使溶液呈鹼性，又有白色沉澱生成。再過濾後於溶液中加入碳酸鈉溶液，又再有白色沉澱生成。溶液甲中最可能含有下列哪些離子？

(A)  $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Ba}^{2+}$

(B)  $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Ag}^+$

(C)  $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$

(D)  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$

(E)  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Ba}^{2+}$

答案：(B)(C)

解析：

與  $\text{Cl}^-$  生成白色沉澱者為  $\text{Ag}^+$ ，加氨水產生沉澱者為  $\text{Al}^{3+}$ ， $\text{Cu}^{2+}$  會形成錯離子， $\text{Ba}^{2+}$  及  $\text{Ca}^{2+}$  皆會與碳酸根形成沉澱

54. 下列哪些步驟可使 1 升 0.1 M 醋酸溶液中， $[\text{H}_3\text{O}^+]/[\text{CH}_3\text{COOH}]$  的值增大？

(A) 添加少量  $\text{NaOH}$  固體

(B) 添加少量濃鹽酸

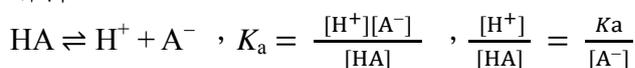
(C) 添加少量醋酸鈉固體

(D) 添加少量冰醋酸

(E) 添加 1 升水

答案：(B)(E)

解析：



- (A) 加入 NaOH,  $[H^+]$  減少, 平衡右移,  $[A^-]$  增加,  $[H^+]/[HA]$  減少
- (B) 加入 HCl,  $[H^+]$  增加, 平衡左移,  $[A^-]$  減少,  $[H^+]/[HA]$  增加
- (C) 增加了  $[A^-]$ ,  $[H^+]/[HA]$  減少
- (D) 增加了  $[HA]$ , 也增加了  $[A^-]$ ,  $[H^+]/[HA]$  減少
- (E) 加水稀釋,  $[A^-] = [H^+] = \sqrt{K_a[HA]}$ ,  $[HA]$  減少,  $[A^-]$  亦減少,  $[H^+]/[HA]$  增加

55.  $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$  反應在  $903^\circ C$  時的  $K_p$  為 1.16。今在一  $903^\circ C$ 、14.2 L 的容器內置入 24.6 克的  $CaCO_3$  粉末。下列敘述哪些正確？

- (A) 若容器為密閉容器, 反應達平衡時餘留 7.5 克的  $CaCO_3(s)$
- (B) 若容器為密閉容器, 反應達平衡時餘留 17.1 克的白色粉末
- (C) 若容器為開口容器, 反應完成時產生 0.171 莫耳的  $CO_2$
- (D) 若容器為開口容器, 反應完成時有 13.8 克的白色粉末餘留
- (E) 若容器為密閉容器, 且在  $860^\circ C$  時的  $K_p$  為  $903^\circ C$  時的一半, 則當容器降溫至  $860^\circ C$  時, 生成  $CO_2$  的量為  $903^\circ C$  時的一半

答案：(A)(B)(D)

解析：

反應裡只有  $CO_2$  是氣體, 故  $P(CO_2) = K_p = 1.16$

(A)  $n = PV/RT = 1.16 \times 14.2 / [0.08206 (903 + 273.15)] = 0.1707 = 0.171$  莫耳  $CO_2$   
 $0.1707 \times (40.08 + 12.01 + 16.00 \times 3) = 17.1$  克  $CaCO_3$ 。

$24.6 - 17.1 = 7.5$  克 (小數點後只能取一位)

(B)  $0.1707 \times (40.08 + 16.00) = 9.573$  克  $CaO$ 。  $9.573 + 7.5 = 17.1$  克。

(C) 為開口容器則  $CaCO_3$  完全分解, 24.6 克的  $CaCO_3$  得 0.246 莫耳  $CO_2$ 。

(D) 白色粉末為  $CaO$ 。  $0.246$  莫耳  $\times (40.08 + 16) = 13.78 = 13.8$  克。

(E)  $P(CO_2) = K_p = 1.16 / 2$ ,  $n = PV/RT = 1.16 / 2 \times 14.2 / [0.08206 (860 + 273.15)] = 0.0886$  莫耳  $> 0.171/2$  莫耳。

56. 某生原欲以 0.200 M 的鹽酸及適當的指示劑滴定一 15.00 mL、0.20 M 的碳酸鈉樣品溶液以獲得較準確的樣品濃度, 但誤將 0.300 M 氫氧化鈉溶液當做鹽酸溶液滴入碳酸鈉溶液。在被滴入的體積為 10.00 mL 時該生發覺錯誤, 想再以鹽酸溶液來繼續滴定此氫氧化鈉與碳酸鈉的混合溶液。下列敘述哪些正確？

- (A) 滴定完成時可能耗去鹽酸溶液 45.35 mL
- (B) 雖然實驗過程有點混亂, 但還是能達到原始設定的目的
- (C) 因無適當指示劑可用於此混合溶液, 不能再繼續滴定
- (D) 在接近預定的滴定終點前應將被滴定液加熱一段時間, 以增加滴定實驗的準確性
- (E) 此混合溶液之滴定曲線有兩個當量點

答案：(A)(B)(D)

解析：

(A) 鹽酸溶液 45.35 mL 中 15.00 mL 用於中和氫氧化鈉, 餘下 30.35 mL 用於中和碳酸鈉。  
 $(0.200 \times 30.35) / 15.00 / 2 = 0.202$  M 碳酸鈉樣品溶液濃度。

故 45.35 mL 為合理數據。

- (B) 氫氧化鈉只改變被滴定液的起始 pH 值。混合溶液仍可用滴定法求濃度。
- (C) 如常用指示劑。
- (D) 加熱趕走 CO<sub>2</sub>，冷卻後再繼續滴定。
- (E) 共有三個。

57. 下列五個方程式裡，除了乙以外，都只寫出有機物質的反應物和其生成物。

甲：環戊烯 → 環戊醇

乙：CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH + HI → CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>I + H<sub>2</sub>O

丙：CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH(OH)CH<sub>3</sub> → CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>COCH<sub>3</sub>

丁：CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH → CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>COOH

戊：CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH(OH)CH<sub>3</sub> → CH<sub>3</sub>CH=CHCH<sub>3</sub>

若上列各反應都是以最少的步驟完成，下列敘述哪些正確？

- (A) 反應甲是加成反應
- (B) 反應乙是脫水反應
- (C) 反應丙是脫氫反應
- (D) 反應丁裡的反應物被還原
- (E) 反應戊是脫水反應

答案：(A)(C)(E)

解析：

- (B) 反應乙是取代反應。
- (D) 反應丁是氧化反應。

58. 一莫耳 A(g)與一莫耳 B(g)反應可放熱 30. kJ 並生成安定產物 D 與 E。其反應活化能為 150. kJ，即

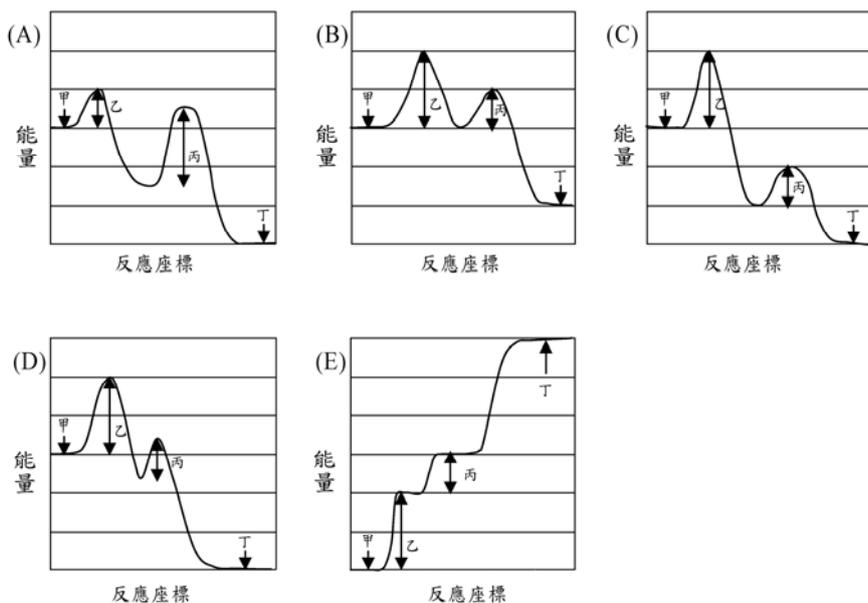


若在反應系統內加入氯原子為催化劑，反應(1)經過反應(2)與反應(3):



因為 E<sub>a2</sub> 和 E<sub>a3</sub> 與 E<sub>a1</sub> 相比較，有大幅度下降，反應速率增快。

若下列圖中縱向每兩橫線的間距代表 10. kJ，甲、乙、丙和丁分別代表(A(g) + B(g) + Cl(g))、E<sub>a2</sub>、E<sub>a3</sub> 和 (D + E + Cl(g))，則下列哪些圖必然不適於表示反應 A(g) + B(g) + Cl(g) → D + E + Cl(g) 的過程？



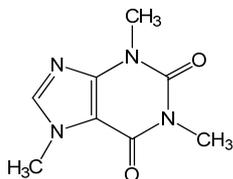
答案：(A)(B)(E)

解析：

(A)裡的乙和丙應代表  $E_{a2}$  和  $E_{a3}$ ，但其大小錯置(10. kJ 與 20. kJ)，故不可能對。其餘圖裡的活化能之大小皆已正確表示出來。因反應可放熱 30 kJ，故反應熱(丁的能量減去甲的能量)不等於 -30. kJ 者必然錯誤。

59. 下列有機化合物的相關敘述，哪些正確？

- (A) 阿斯匹靈分子含有一個羥基
- (B) 苯甲酸可由過錳酸鉀氧化乙苯或苯甲醛產生
- (C) 咖啡因(右圖)含有兩個酮基



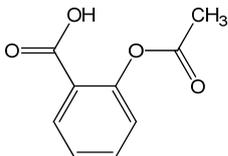
- (D) 甲酸和乙二酸皆可與二鉻酸鉀反應產生二氧化碳
- (E) 氯仿可由甲烷與氯氣的混合氣體照光經由取代反應產生

答案：(B)(D)(E)

解析：

(A)阿斯匹靈分子的結構(下圖)中有 -COOH 為羧基，沒有羥基。

(C)咖啡因含有兩個醯胺基。



60. 下列有關金屬錯合物的敘述，哪些**錯誤**？

- (A) 金屬錯合物的中心金屬一定是陽離子
- (B) 金屬錯合物一定有配位子
- (C) 金屬錯合物的中心金屬的配位數至少為 1

- (D) 金屬錯合物一定有鮮艷的顏色  
(E) 草酸可除鐵鏽乃是利用氧化還原的原理

答案：(A)(D)(E)

解析：

- (A)中心金屬可為原子或陽離子。  
(D)金屬錯合物不一定有鮮艷的顏色，如主族金屬或鋅的錯合物通常是無色。  
(E)草酸可除鐵鏽是因為兩者反應會產生金屬錯合物 $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$ 。

61. 小明有一天心血來潮在氮氣下配製兩瓶分別為 0.10 M 的氯化亞鐵和氯化鐵水溶液各 100.0 mL，但因一時大意而忘記貼上藥品名稱，則小明可用下列哪些試劑來分辨這兩種溶液？

- (A) 硫氰化鉀水溶液  
(B) 硝酸鉀水溶液  
(C) 黃血鹽水溶液  
(D) 赤血鹽水溶液  
(E) 苯酚水溶液

答案：(A)(C)(D)(E)

解析：

- (A)加 KSCN 於  $\text{Fe}^{3+}$  離子水溶液中會立即產生血紅色 $[\text{F}(\text{SCN})(\text{OH}_2)_5]^{2+}$ 錯合物。  
(B)硝酸鉀水溶液不會與  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$  離子反應。  
(C)加黃血鹽水溶液於  $\text{Fe}^{3+}$  離子水溶液中可立即產生深藍色的普魯士藍。  
(D)赤血鹽與  $\text{Fe}^{2+}$  離子會反應產生普魯士藍。  
(E)苯酚與  $\text{FeCl}_3$  水溶液反應產生紫色的錯離子。

62. 下列含硫的化合物中，對硫原子而言，何者既能當氧化劑，又可當還原劑？

- (A) 二硫化碳  
(B) 硫化氫  
(C) 三氧化硫  
(D) 四氟化硫  
(E) 硫代硫酸鈉

答案：(D)(E)

解析：

含硫的化合物中，只要硫的氧化數大於-2，且小於+6，則該化合物即可當氧化劑也可當還原劑。

- (A)二硫化碳( $\text{CS}_2$ )只能當還原劑。  
(B)硫化氫( $\text{H}_2\text{S}$ )可當還原劑卻無法當氧化劑。  
(C)三氧化硫( $\text{SO}_3$ )可當氧化劑卻無法當還原劑。

63. 已知  $\text{AgCl}$ 、 $\text{AgBr}$  及  $\text{AgI}$  的  $K_{\text{sp}}$  依次為  $1.6 \times 10^{-10}$ 、 $5.0 \times 10^{-13}$  和  $1.5 \times 10^{-16}$ ，今將  $1.50 \times 10^{-2}$  莫耳  $\text{NaI}$ 、 $1.50 \times 10^{-2}$  莫耳  $\text{NaBr}$ 、 $1.50 \times 10^{-2}$  莫耳  $\text{NaCl}$  和  $4.00 \times 10^{-2}$  莫耳  $\text{AgNO}_3$  混合配成 1.00 升水溶液。最後達平衡時，下列敘述哪些正確？

- (A) 生成  $\text{AgCl}$ 、 $\text{AgBr}$  及  $\text{AgI}$  三種沉澱  
(B)  $[\text{I}^-] = 4.7 \times 10^{-9} \text{ M}$

(C)  $[\text{Cl}^-] = 3.0 \times 10^{-3} \text{ M}$

(D)  $[\text{Br}^-] = 1.6 \times 10^{-6} \text{ M}$

(E)  $[\text{Ag}^+] = 4.2 \times 10^{-8} \text{ M}$

答案：(A)(B)

解析：

$\text{Ag}^+$  離子足夠沉澱出  $1.50 \times 10^{-2}$  莫耳  $\text{AgI}$ 、 $1.50 \times 10^{-2}$  莫耳  $\text{AgBr}$ 、 $1.00 \times 10^{-2}$  莫耳  $\text{AgCl}$ 。溶液中  $[\text{Cl}^-]$  為  $5.0 \times 10^{-3} \text{ M}$ 。

$[\text{Ag}^+]$  可以從  $K_{\text{sp}}$  計算出

$$[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1.6 \times 10^{-10} \quad [\text{Ag}^+] = 3.2 \times 10^{-8} \text{ M}$$

$[\text{Br}^-]$  可以從溶解度積計算出

$$[\text{Ag}^+][\text{Br}^-] = 5.0 \times 10^{-13} \quad [\text{Br}^-] = 1.6 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$[\text{I}^-]$  可以從溶度積計算出

$$[\text{Ag}^+][\text{I}^-] = 1.5 \times 10^{-16} \quad [\text{I}^-] = 4.7 \times 10^{-9} \text{ M}$$

64. 在一容器中， $\text{CO}(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) + 206 \text{ kJ} \rightleftharpoons \text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$  的反應達平衡時，下列敘述哪些正確？

(A) 體積固定時，降低溫度，可使  $\text{CO}(\text{g})$  濃度增加

(B) 定溫定容下，移除 1.0 莫耳  $\text{CH}_4(\text{g})$  會增加 1.0 莫耳  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

(C) 體積固定時，增加溫度，可使平衡常數增加

(D) 定溫定容下，加入  $\text{CO}(\text{g})$  可使  $\text{H}_2(\text{g})$  濃度降低

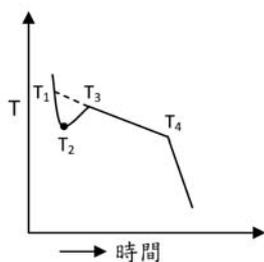
(E) 溫度固定時，減少容器體積，則  $\text{CO}(\text{g})$  的莫耳數增加

答案：(A)(C)(D)

解析：

(A) 吸熱反應，降低溫度，反應物濃度增加；(B) 移除 1.0 莫耳  $\text{CH}_4$ ，可增加  $\text{H}_2\text{O}$  但非 1.0 莫耳，視平衡常數而決定。(E) 減少容器體積，平衡趨向產物， $\text{CO}(\text{g})$  的莫耳數減少

65. 溶液 X 的冷卻曲線如下，則相關敘述哪些正確？



(A) 溶液有過冷現象

(B) 溶液 X 的凝固點為  $T_1$

(C)  $T_1$  與  $T_2$  之間有固體析出

(D)  $T_3$  後溶液全變為固體

(E)  $T_4$  為溶劑之熔點

答案：(A)(B)

解析：溶液有過冷現象， $T_1$  與  $T_2$  之間無固體析出， $T_3$   $T_4$  間為固液共存。

66. 在100 °C及0.10 atm下，下列有關氣體符合理想氣體方程式的比較，哪些正確？

- (A) N<sub>2</sub>較CO符合
- (B) Ne較Ar符合
- (C) NO<sub>2</sub>較CO<sub>2</sub>符合
- (D) 正丁烷較異丁烷符合
- (E) Cl<sub>2</sub>較F<sub>2</sub>符合

答案：(A)(B)

解析：

每對分子的大小約略相同，因此分子間作用力為決定因素。(A)CO有極性；(B)Ar間凡得瓦力較大；(C)NO<sub>2</sub>為極性分子；(D)正丁烷間凡得瓦力較大；(E)Cl<sub>2</sub>間凡得瓦力較大

67. 下列各組中哪些不是共軛酸鹼對？

- (A) H<sub>2</sub>O，OH<sup>-</sup>
- (B) H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>，SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>
- (C) H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub><sup>-</sup>，HPO<sub>2</sub><sup>2-</sup>
- (D) C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>3</sub><sup>+</sup>，C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub>
- (E) H<sub>2</sub>PO<sub>3</sub><sup>-</sup>，HPO<sub>3</sub><sup>2-</sup>

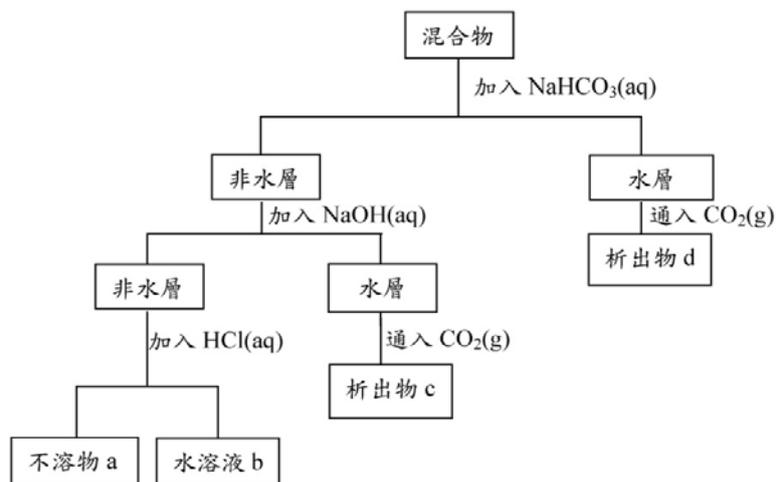
答案：(B)(C)

解析：

(B)H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>的共軛鹼為HSO<sub>3</sub><sup>-</sup>

(C)H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub><sup>-</sup>無法再解離出H<sup>+</sup>

68. 含乙苯、苯酚、苯甲酸和苯胺之混合物，以下列之流程分離。



下列相關敘述哪些正確？

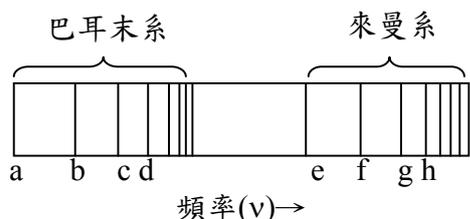
- (A) 不溶物 a 為苯酚
- (B) 水溶液 b 含有 C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>3</sub><sup>+</sup>和 Cl<sup>-</sup>
- (C) 析出物 c 可與溴水反應產生白色沉澱
- (D) 析出物 c 為乙苯
- (E) 析出物 d 為苯甲酸

答案：(B)(C)(E)

解析：

苯甲酸可與  $\text{NaHCO}_3(\text{aq})$  反應，而苯酚則不能，但苯酚溶於  $\text{NaOH}(\text{aq})$  中，形成酚鈉再通入  $\text{CO}_2$  後會再形成苯酚而於水中析出。苯胺為弱鹼可溶於  $\text{HCl}(\text{aq})$  形成  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+\text{Cl}^-(\text{aq})$ ，乙苯則不溶於酸和鹼。故 a 為乙苯，b 為  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+\text{Cl}^-(\text{aq})$ ，c 為苯酚，d 為  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}(\text{aq})$ 。又苯酚可與溴水反應產生 2,4,6-三溴苯酚白色沉澱。

69. 下圖為氫原子光譜之來曼系及巴耳末系譜線，其中 a 和 e 為該光區之第一條譜線



則下列敘述哪些正確？

- (A) d 為電子從  $n = 6$  躍遷到  $n = 2$  產生之譜線  
 (B) e 為來曼系中波長最短之譜線  
 (C) f 和 e 兩譜線之能量差等於 b 譜線之能量  
 (D) a, e, f 三條線的波長  $\lambda_a, \lambda_e, \lambda_f$  之間滿足  $\lambda_e\lambda_f + \lambda_a\lambda_f = \lambda_a\lambda_e$  之關係  
 (E) g 和 b 兩譜線之能量差等於 f 和 a 兩譜線之能量差

答案：(A)(D)(E)

解析：

巴耳末系光譜為電子由高能階回到  $n = 2$  能階放出能量所產生，而來曼系則是電子由高能階回到  $n = 1$  能階放出能量所產生。由圖可知各譜線分別由以下所示的電子轉移所產生，

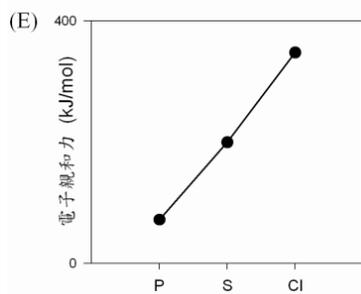
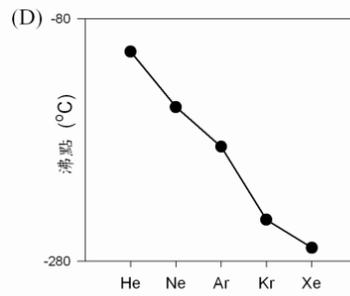
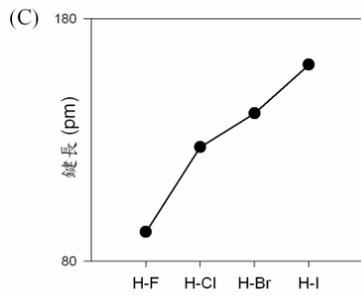
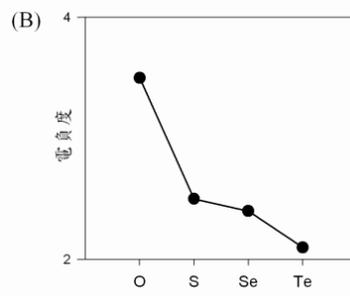
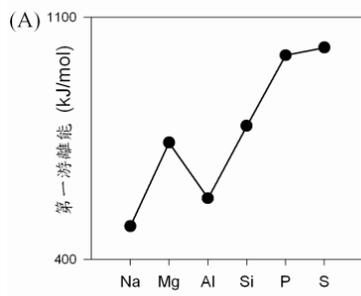
a:  $n = 3 \rightarrow n = 2$ , b:  $n = 4 \rightarrow n = 2$ , c:  $n = 5 \rightarrow n = 2$ , d:  $n = 6 \rightarrow n = 2$ , e:  $n = 2 \rightarrow n = 1$ ,

f:  $n = 3 \rightarrow n = 1$ , g:  $n = 4 \rightarrow n = 1$ , h:  $n = 5 \rightarrow n = 1$ 。e 為來曼系能量最低的譜線故波長為最長； $E_f - E_e = (E_3 - E_1) - (E_2 - E_1) = E_3 - E_2 = E_a$  (a 譜線的能量)，故  $h\nu_a = h\nu_f - h\nu_e$ ,

$$\frac{h}{\lambda_a} = \frac{h}{\lambda_f} - \frac{h}{\lambda_e} \Rightarrow \lambda_a\lambda_e = \lambda_e\lambda_f + \lambda_a\lambda_f; E_g - E_b = (E_4 - E_1) - (E_4 - E_2) = E_2 - E_1 = E_e,$$

又  $E_f - E_a = (E_3 - E_1) - (E_3 - E_2) = E_2 - E_1 = E_e$ ，故兩者相等。

70. 下列有關各物質的第一游離能、電負度、鍵長、沸點和電子親和力之趨勢圖哪些正確？



答案：(B)(C)(E)

解析：

(A) 因為 P 的最外層電子軌域為半滿 ( $3s^2 3p^3$ )，故其第一游離能比 S ( $3s^2 3p^4$ ) 大；(D) 鈍氣的沸點隨原子序增加而上升，沸點高低順序應為  $\text{He} < \text{Ne} < \text{Ar} < \text{Kr} < \text{Xe}$