

107 年度全國科學班聯合學科資格考化學科試題卷

一、「路易斯結構式」描述原子可以利用共用電子對的方式相互結合，達成惰性氣體的電子數而穩定存在。鍵結方式對於分子的物理或化學性質有決定性的影響，「混成軌域」則是解釋化學鍵最常用的理論之一。根據下列九種分子，回答下列相關問題：（每小題 2 分，全對才給分，共 8 分）

NO_2 、 BF_3 、 CS_2 、 H_2S 、 CH_2Cl_2 、 O_3 、 C_6H_6 、 PCl_5 、 P_4

1. 上述九種分子中，偶極矩不為零者為何？
2. 上述九種分子中，分子形狀為彎曲(角)形者為何？
3. 上述九種分子中，具共振結構者為何？
4. 上述九種分子中，不符合八隅體法則者為何？

二、已知甲液為 $0.1\text{M H}_2\text{A}_{(\text{aq})}$ ($K_{a1} = 4 \times 10^{-7}$ 、 $K_{a2} = 1 \times 10^{-11}$)；乙液為 $0.2\text{M NaOH}_{(\text{aq})}$ 。若僅能利用甲、乙兩液配製 $\text{pH}=12$ 的緩衝液，則所需甲、乙兩液體積比 $V_{\text{甲}}:V_{\text{乙}}$ 為？（共 4 分）

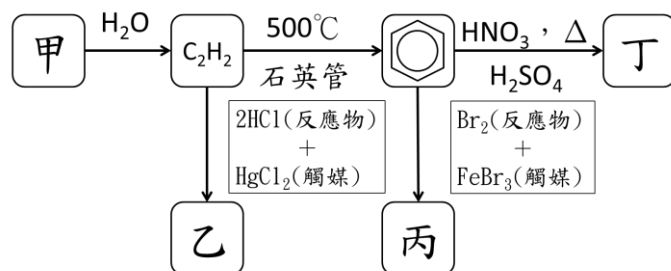
三、準備#1 和#2 兩支內徑大小相同的試管，將#1 試管中盛入 0.002M 的 KSCN 溶液 5.0mL 與 $0.2\text{M Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液 5.0mL ，將#2 試管中盛入 0.002M 的 KSCN 溶液 5.0mL 與 0.08M 之 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液 5.0mL 。將#1 試管視為標準溶液，由試管的正上方俯視進行比色，當溶液顏色深淺相同時，#1 試管和#2 試管溶液高度比 h_1/h_2 為 0.80 。（共 10 分）

1. 若視#1 為標準溶液，則須作何種假設？
2. 若進行比色前，使用的#1 試管和#2 試管內徑比為 $10:9$ ，當溶液顏色深淺相同時，#1 試管和#2 試管溶液高度比 h_1/h_2 變為多少？
3. FeSCN^{2+} 的顏色為何？
4. 由上述數據，求 $\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{FeSCN}^{2+}$ 之 K_c 值為何？
5. 由 K_c 計算(a)中所做的假設，會造成多大的誤差？以 % 表示。

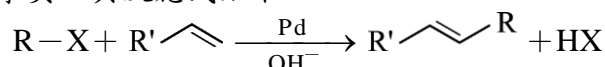
四、已知 $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，在 227°C 達成平衡時， $K_c = 0.064$ ，求：（共 6 分）

1. $\frac{2}{3}\text{Fe}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \frac{1}{3}\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g})$ 之 K_p 為何？
 2. 若平衡時之氫氣分壓為 2.0 atm ，則 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 壓力為多少 atm ？
 3. 承第 2 題，若再加入 2 atm 的 $\text{H}_2(\text{g})$ ，則再度達到平衡時， $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 壓力為多少 atm ？（四捨五入至小數點以下 1 位）
- 五、（共 12 分）

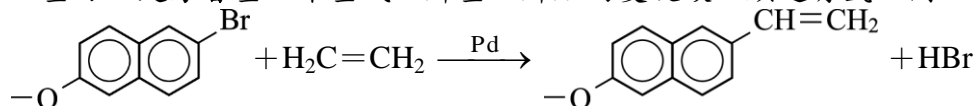
1. 參考下列流程圖，寫出甲、乙、丙、丁四種主要反應物或產物的結構式或示性式。



2. 赫克反應 (Heck 反應) 是不飽和鹵化烴與烯烴在強鹼和鈀催化下生成取代烯烴的偶聯反應 (cross-coupling)，赫克憑藉此貢獻得到了 2010 年諾貝爾化學獎，其反應式如下：



R 基可以是芳香基、苄基或乙基。烯烴的雙鍵碳必須連有氫，例如：



則將第(1)題的丙反應物加上苯乙烯 ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$) 在鈀金屬 (Heck 反應條件) 催化下，產物應為何？

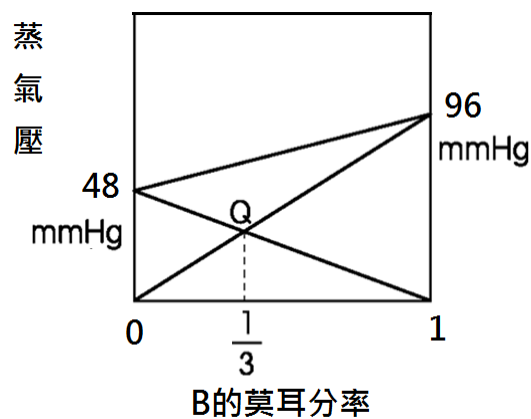
3. 承 2 題所得的產物聚合後產物為何？劃出單體單元即可。
- 六、取 5.3 克 之某碳、氫化合物 A，使之完全燃燒後，可得 17.6 克 之 CO_2 及 4.5 克 之 H_2O 。已知 A 不能使溴的四氯化碳溶液褪色。將 A 在 Pt 的催化下作脫氫反應後得產物 B，而 B 可使溴的四氯化碳溶液褪色，並經分析得 B 的分子量為 104 。B 在適當條件下可進行聚合反應，其聚合物之加工產品中的一種，在日常生活中造成嚴重的垃圾污染。（共 6 分）
1. A 之實驗式為何？
 2. A 及 B 之結構式為何？
 3. 寫出 B 之聚合反應的反應式。

七、0.02 莫耳的 $\text{CoCl}_3 \cdot n \text{NH}_3$ 溶於 600 克的水中後，測得溶液之凝固點為 -0.124°C ，(水之凝固點下降係數為 1.86°C/m)，試回答下列問題:(共 10 分)

1. 已知 NH_3 和 Cl^- 以 NH_3 為優先配位，而中心金屬的配位數為 6，則 n 為若干?
2. 請寫出 $\text{CoCl}_3 \cdot n \text{NH}_3$ 溶於水的解離方程式。
3. 請寫出金屬離子的電子組態。
4. 解離後的錯離子其形狀為何?
5. 此錯離子有無順反異構物? 若有，請劃出其順式和反式之結構。

八、A、B 兩液體以任意比例混合置於密閉容器中，可形成理想溶液，於 $T^\circ\text{C}$ 時其莫耳分率與溶液蒸氣壓之關係如下圖。試求：(分子量 $A=26$ ， $B=48$) (共 8 分)

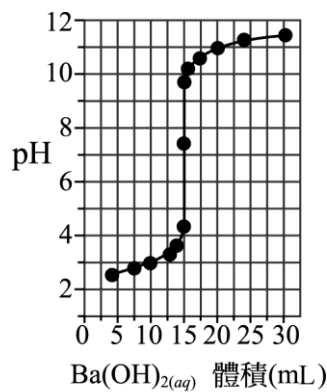
1. 當溶液組成中 B 的重量百分率為 48% 時，溶液的蒸氣壓為多少 mmHg?
2. 在 Q 點的蒸氣，其平均分子量為多少?
3. 有一混合溶液由 A、B 兩種揮發性成分組成，其中 A 與 B 的莫耳數比為 1:1，今將上述溶液置入密閉容器，於 $T^\circ\text{C}$ 下自然蒸發，達平衡時收集其蒸氣，並予以液化成溶液 1；相同條件下，再由溶液 1 自然蒸發，達平衡時收集蒸氣，再液化成溶液 2；重複上述程序，依序獲取溶液 3、4、5...。則溶液 n 中，A、B 兩成分液體的莫耳數比為若干?
4. (承 3.) 在溶液 m 中，B 的莫耳分率大於 0.9，則 m 最小為若干? ($\log 2=0.301$ ， $\log 3=0.477$)



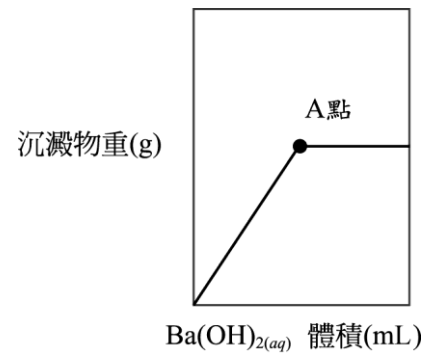
九、圖一、二為在 25°C 時，以 $0.1 \text{ M Ba(OH)}_{2(aq)}$ 滴定未知濃度之 $\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$ 60 mL 所做之曲線圖 (BaSO_4 之 $K_{sp}=1.5 \times 10^{-9}$ ， $\text{BaSO}_4=233$) (共 6 分)

試問：

1. $\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$ 濃度為何?
2. A 點之 $\text{BaSO}_{4(s)}$ 沉澱物約重幾克?
3. A 點溶解的 BaSO_4 約為幾克?

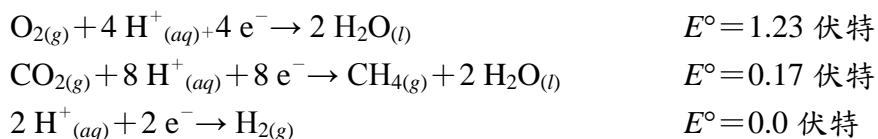


圖一



圖二

十、利用電化學方法直接將化學能轉變為電能，即為燃料電池之基本原理。以下列出氫、甲烷燃料電池相關半反應的標準還原電位：(共 8 分)



燃料電池對外能作的最大電能為 $W = -nFE^\circ$

其中：W 為電功，單位：焦耳

F 為法拉第常數，等於 96500 庫倫/莫耳

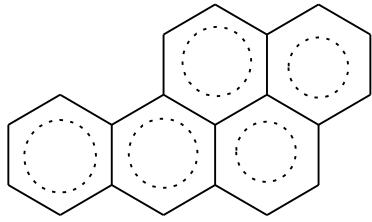
E° 為電動勢，單位：伏特 (V)

n 為燃燒 1 莫耳氫或甲烷所轉移的電子莫耳數

又燃料電池能量轉換的最大可能效率為 $W/\Delta H^\circ$ ，其中 ΔH° 是燃料的莫耳燃燒熱。已知氫氣與甲烷的莫耳燃燒熱分別為 -286 與 -890 kJ/mol ，回答下列問題：

1. 每產生 1.0 莫耳的水，兩種電池分別轉移多少莫耳的電子?
2. 兩種燃料電池的電動勢分別為多少伏特?
3. 甲烷燃料電池每消耗 1.0 莫耳的甲烷，可以產生多少千焦耳能量?
4. 氫氣燃料電池的最大可能效率為多少?

十一、 苯並[α]芘是強致癌物質（存在於煙囪灰、煤焦油、燃燒的煙霧和內燃機的尾氣中）。它的分子由 5 個苯環併合而成，其結構式可以表示為(共 4 分)

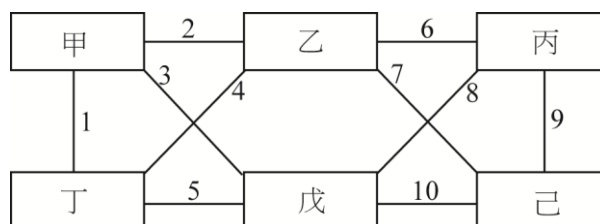


1. 寫出化學式
2. π 鍵數目

十二、 將 2.64 克 CO_2 與 0.48 克無定形碳同置於一容器內，在 727°C 下保持體積 1.64 升，此時容器內的反應式為：
 $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons 2 \text{CO}(\text{g})$ 。當容器內系統達平衡後，測定該混合氣體之平均分子量為同狀況氫氣的 18 倍。(共 6 分)

1. 達平衡後，混合氣體中 CO 的莫耳分率為多少？
2. 達平衡後，混合氣體中 CO 的分壓為多少 atm？
3. 在 727°C 下， $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons 2 \text{CO}(\text{g})$ 的 K_p 為若干？

十三、 化學實驗課時發給學生五種水溶液： H_2SO_4 、 NaOH 、 K_2CrO_4 、 AgNO_3 、 BaS 與一小瓶金屬粉末，請學生以實驗結果表示這些物質之間的關係。學生交了一份報告，如附圖。(共 8 分)



圖中的每一連線兩端的物質兩兩相加，均會有化學反應發生，其中：

- 甲、連線 1 與連線 2 均會產生氫氣。
- 乙、除了連線 1、2、4、6 以外，其他連線均會產生沉澱；連線 6 雖無沉澱，但有明顯的顏色變化。
- 丙、老師提示說：甲原子反應後的離子，會具有與氬氣相同的電子組態。

試回答下列問題：

1. 寫出甲的元素符號。
2. 寫出戊的中文名稱。
3. 寫出連線 8 的沉澱物化學式及顏色。
4. 寫出連線 1 反應的離子反應式，並註明各物質的狀態。

十四、 根據下列五種 0.1 m 的水溶液，回答下列問題：(共 4 分)

甲、乙醇 乙、葡萄糖 丙、蔗糖 丁、氯化鈉 戊、 硫酸鈉

1. 沸點大小順序為何？
2. 凝固點大小順序為何？

試題結束