

請考生依指示  
填寫准考證末兩碼

--	--

國立臺灣大學  
107 學年度高中科學班資格測驗試題本  
化學

—作答注意事項—

考試時間：共 120 分鐘（請自行斟酌分配時間）

作答方式：務必作答於「各科答案卷上」，請以黑色或藍色原子筆、鋼珠筆或中性筆作答，  
並標明題號。

祝考試順利！

請聽到鈴(鐘)聲響後，於題本右上角方格  
內填寫准考證末兩碼，再翻頁作答。

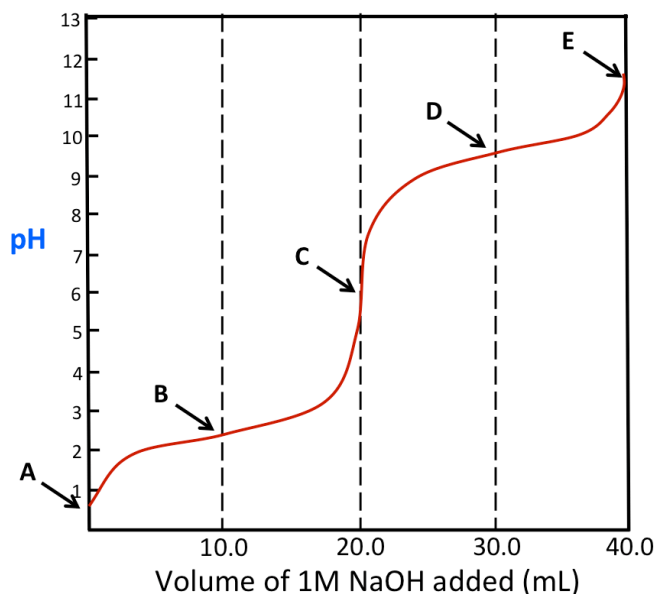
### 第一題：(共 35 分)

胺基酸是組成蛋白質的基本單元，是非常重要的化合物。在所有胺基酸中，甘胺酸為最簡單的胺基酸，在實驗室中，可以用各 1 莫耳的甲醛、氰化氫和水來合成 1 莫耳的甘胺酸。回答下列問題：

1. 請給出均衡的合成甘胺酸的反應式，並給出所有反應物與生成物之路易士結構。(6分)
2. 請在你畫的路易士結構中清楚標示出所有碳、氮原子的以下性質：形式電荷、氧化數、混成軌域。(9分)
3. 一般來說，胺基酸都有立體中心，而在地球上生物體中使用的胺基酸皆為左旋形式，請問甘胺酸是不是有立體異構物？請利用立體化學鍵線式表示出甘胺酸的三維立體結構。(4分)
4. 將胺基酸分子通過縮合反應聚合起來，便形成多勝肽，而多勝肽是蛋白質的骨架。請給出兩分子甘胺酸反應形成雙甘胺肽的均衡反應式，清楚給出雙甘胺肽的結構式，並在結構中清楚標示所有碳、氮原子的混成軌域。(6分)
5. 雙甘胺肽的主鏈中包含碳-碳與碳-氮鍵，請清楚標示雙甘胺肽主鏈中可以旋轉的鍵，並給出三個因主鏈不同產生的雙甘胺肽構像異構物的結構，請用立體化學鍵線式來表示這些結構。(5分)
6. 雙甘胺肽與氫氧化鈉反應生成的鹽類所形成的陰離子，其結構式為何？請給出此一離子所有會對雙甘胺肽性質有影響的電子共振結構。(5分)

### 第二題：(共 35 分)

因為胺基酸同時含有胺基與羧基，因此胺基酸分子都同時具有酸、鹼的性質，我們稱胺基酸為一種兩性物種，而這對胺基酸的性質與反應非常重要。在本題中我們一樣用甘胺酸當例子，已知在 25 °C 時，甘胺酸的  $pK_a = 2.4$ ，而  $pK_b = 4.2$ ，甘胺酸與等當量的鹽酸反應後會形成甘胺酸鹽酸鹽，下圖是用 1.0 M 氫氧化鈉水溶液滴定 20.0 mL 未知濃度的甘胺酸鹽酸鹽水溶液所獲得的滴定曲線：



圖中標示的 A-E 等五個點各自代表滴定時不同的階段。試回答以下題目：

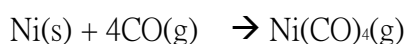
1. 請給出甘胺酸鹽酸鹽的分子式。請問此一甘胺酸鹽酸鹽水溶液的濃度為何？(3%)
2. 請給出甘胺酸分子在 A、C、E 等三個點主要存在的形式為何？請清楚畫出分子式並標示所有帶電的基團。(3分)
3. 請清楚列出滴定過程中涉及的酸鹼平衡式，並計算 A-E 等五個點各自的 pH 值為何。(15分)
4. 胺基酸可以被區分為帶正電荷的、帶負電荷的、或者是中性的，而這個性質與 pH 值相關，是依據某 pH 值下溶液中所有該胺基酸分子的總電荷數來決定。請問在 C 點所表示的 pH 值時，甘胺酸是屬於帶正電荷的、帶負電荷的、或者是中性的？若將此 pH 值時的甘胺酸水溶液置放於兩個電極中間，那麼溶液中的甘胺酸分子受電場影響，相對於電極正極的移動方向為何（遠離或接近）？若是 pH=12 下，甘胺酸分子相對於電極正極的移動方向為何？(6分)
5. 請列出利用甘胺酸及其鹽類所配置的緩衝溶液，最有效的緩衝範圍大概是在那些 pH 值附近。人體血液中 pH 值為 7.4，請問在血液中是否有可能利用甘胺酸作為緩衝溶液？(4分)
6. 某實驗室中有各為 1.0 M 的甘胺酸鹽酸鹽、甘胺酸、甘胺酸鈉水溶液標準溶液。若要在此實驗室中配置 100.0 mL 的 pH=2.0 的緩衝溶液，請問應如何配製？(4分)

請翻頁繼續作答

### 第三題：(共 30 分)

鎳礦含有純鎳以及包含鎳的硫化物與其它金屬等雜質。開採出來的鎳礦，可以透過與一氧化碳的平衡反應來純化，以提煉金屬鎳，這個方法稱為蒙德法，

利用的反應方程式如下：



此反應的  $\Delta H^\circ = -160.8 \text{ kJ}$ ， $\Delta S^\circ = -409.5 \text{ J K}^{-1}$ 。蒙德法的第一步是在  $50\text{-}60^\circ\text{C}$  下通入 CO 氣體後發生反應，產生  $\text{Ni(CO)}_4$  氣體，接著第二步將  $\text{Ni(CO)}_4$  氣體分離並加熱到  $250^\circ\text{C}$ ，此時純鎳便會析出，達成鎳的純化。這個過程利用溫度來控制反應的平衡方向，這是非常重要的化學原理。在考慮化學反應時，我們可以利用熱力學第二定律來解釋反應的方向性與自發性，一個反應的自由能變化可以從溫度 (T) 以及反應熱 ( $\Delta H$ ) 與反應熵 ( $\Delta S$ ) 的變化來求得：

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

在定溫定壓力的情況下，一個自發反應其  $\Delta G < 0$ 。假設  $\Delta H^\circ$  與  $\Delta S^\circ$  不因溫度而改變，回答以下題目：

1.  $\text{Ni(CO)}_4$  是一種過渡金屬配位錯合物，分子為正四面體結構。請畫出  $\text{Ni(CO)}_4$  的路易士結構。元素鋅的很多性質跟鎳相近，但是卻無法生成穩定的  $\text{Zn(CO)}_4$  分子，試解釋此一差異。(4分)
2.  $\text{Ni(CO)}_4$  的沸點約  $43^\circ\text{C}$ ，比鎳金屬低上許多，為什麼？ $\text{Ni(CO)}_4$  的沸點也比水的沸點還低，為什麼？(4分)
3. 請用反應式與化學鍵結的觀念解釋鎳加一氧化碳生成  $\text{Ni(CO)}_4$  的反應，其  $\Delta H^\circ$  與  $\Delta S^\circ$  皆小於零的原因。(6分)
4. 試計算  $55^\circ\text{C}$  下，通入各一大氣壓的一氧化碳與  $\text{Ni(CO)}_4$  時，此反應的  $\Delta G$  數值為何？請從第二定律的觀點，判斷此時反應是不是自發反應。解釋你的答案。(6分)
5. 此反應為放熱反應，因此加熱會讓平衡向左移動而產生金屬鎳。若考慮一個通入一大氣壓一氧化碳與一大氣壓  $\text{Ni(CO)}_4$  的容器，請估計要加熱到多少  $^\circ\text{C}$  時，金屬鎳才會開始生成？產生鎳為吸熱反應，試解釋在高溫生成金屬鎳的熱力學驅動力 (thermodynamic force) 為何。(6分)
6. 比較近期的研究發現，若是將蒙德法的第一步在  $150^\circ\text{C}$  與高壓下進行，則可以更快速的產生純鎳，試解釋其原因。為了達成這個效果必須要有效的將一氧化碳與  $\text{Ni(CO)}_4$  分離，請舉出一種可以分離此兩種氣體的方法。(4分)

試題結束