

國立臺灣大學  
104 學年度高中科學班資格測驗試題本  
化學

—作答注意事項—

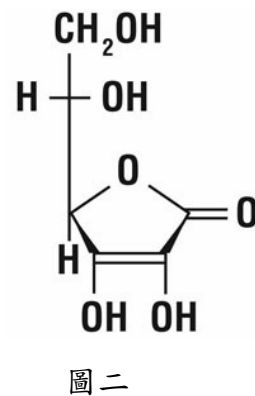
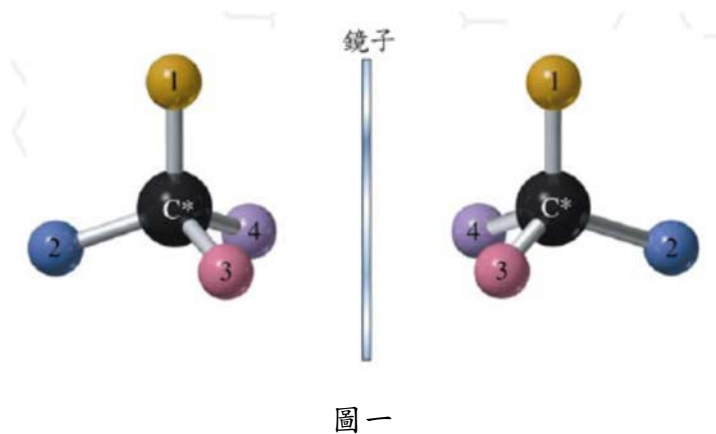
考試時間：共 120 分鐘（請自行斟酌分配時間）

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

**第一題**：(共 20 分)

人的左右手互為「鏡像」，意即把左手放在鏡子前，在鏡中呈現的影像（鏡像）恰與右手相同，但左手與右手是不能透過旋轉或平移而達到完全重疊，所以左手與右手並不相同，將左手的手套戴到右手上是不適合的。許多有機化合物的分子結構也具有相同的性質，若一分子與其鏡像不能完全重疊，則該分子具有「手性」，這樣的分子我們就把它叫做手性分子。一個手性分子與其鏡像分子互為「鏡像異構物」。使一個有機分子具有手性的最普遍情形為該分子具有「手性碳原子」，其定義為：和四個不相同的原子或基團相連的碳原子(如圖一以 C\*標示者)。一般來說，手性分子具有旋光活性，會使旋光計的偏極光振動面旋轉，使偏極光向右旋轉的手性分子稱為右旋性分子，其鏡像異構物則必為左旋性。天然的維生素 C 分子就是一種手性分子，屬右旋性，結構如圖二所示，



請回答以下問題：

- (1) 請寫出維生素 C 分子的化學式。(3 分)
- (2) 請標示出維生素 C 分子中所有的手性碳原子。(4 分)
- (3) 人工可以合成維生素 C 分子的鏡像異構物，請畫出其結構。(5 分)
- (4) 下是一篇商品廣告辭的節錄，請指出三處不合科學邏輯或化學原理的描述，並解釋之。(8 分)

想要擁有美麗白皙的臉蛋，清潔、保溼與防曬缺一不可，但保養品可不是擦得愈多愈好，必須適用、用對時間，才能達到應有的效果。目前最熱門的美白保養品就屬左旋 C，以下就左旋 C 的功能加以說明。

左旋 C 其實就是維生素 C，也就是一般人常吃的維生素 C 片，只是維生素 C 的分子結構較大，且會與空氣氧化，因此肌膚無法吸收，若以左旋方式維持分子的穩定性，經離子化後，可由皮膚吸收，吸收率可達 99%。檸檬中也含有維生素 C，但是檸檬是右旋，必須經由「攝食」、「消化」的過程作用在肌膚上，吸收率僅 9%，且隨著年齡增長，維生素 C 的吸收率會逐漸下降。對年齡較高者，因左旋 C 可抗自由基、增加皮膚滋潤度、使黑色素含量下降，所以整體而言較果酸效果好。

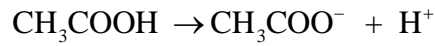
## 第二題：(共 24 分)

在王同學的實驗室中，有一個標籤已經脫落的氣體鋼瓶，為了鑑定鋼瓶中的化合物，王同學對此氣體化合物嘗試了一系列的實驗。首先，王同學發現 2.8 公克化合物完全燃燒後所產生的氣體混合物，在通過填充  $\text{CaCl}_2$  與  $\text{NaOH}$  的管柱後，會讓  $\text{CaCl}_2$  的管柱重量增加 3.6 公克， $\text{NaOH}$  管柱增加 8.8 公克。王同學也測得了 1 公克的氣體在  $10^\circ\text{C}$ ，一大氣壓時所佔的體積是 412 毫升。之後，王同學發現此化合物會與一當量  $\text{HCl}$  進行加成反應，且反應產物不具旋光性（不是手性分子，定義參見第一題題幹）。請回答以下問題：

- (1) 寫出此分子的實驗式。(3 分)
- (2) 寫出此分子的分子式。(3 分)
- (3) 列舉符合此分子式的所有異構物。(10 分)
- (4) 寫出此分子的正確結構，並解釋之。(8 分)

第三題：(共 24 分)

一個酸性物質的酸強度，取決於此酸性物質在水中解離出氫離子的程度，可用  $pK_a$  來量化這個解離程度。以醋酸為例，其解離常數  $K_a$ 、 $pK_a$  與 pH 可用以下方式表達：

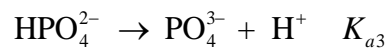
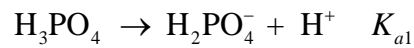


$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

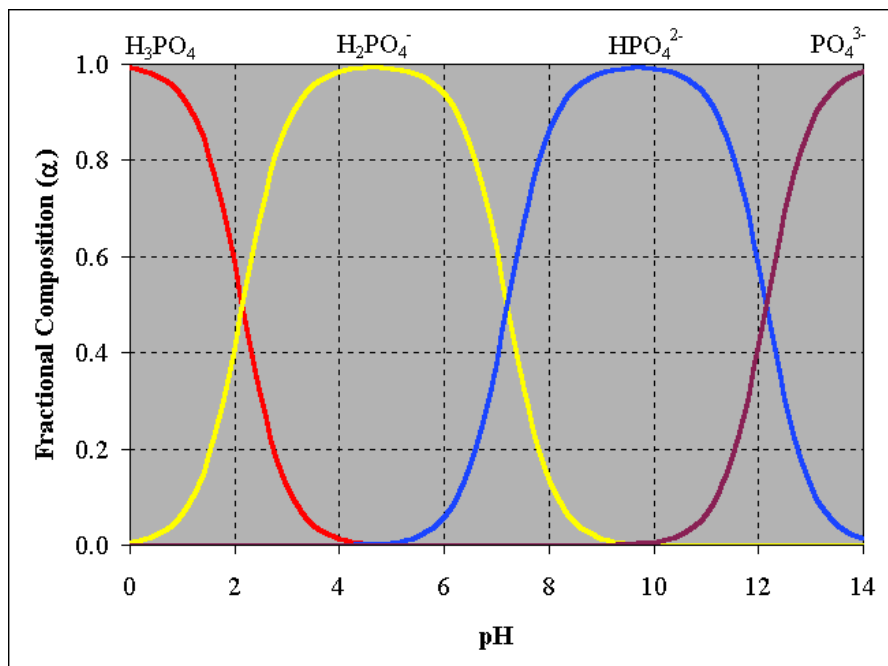
$$pK_a = -\log K_a$$

$$pH = -\log[\text{H}^+]$$

如果是多質子酸，也就是酸分子中具有一個以上可解離的氫離子時，就可以列出相對應的  $K_{a1}$ ,  $K_{a2}$ , ...。如磷酸( $\text{H}_3\text{PO}_4$ )就是常見的三質子酸，其各解離步驟如下：



在不同 pH 值時，磷酸溶液中的組成離子也會不同，其組成離子種類與比例隨 pH 值變化的關係圖如圖三所示：

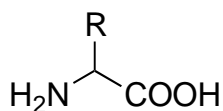


圖三

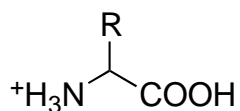
請回答以下問題：

- (1) 如何從圖三求得磷酸的  $pK_{a2}$ ? (4 分)
- (2) 在 pH 值約等於多少時，溶液中的  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  比例最高? (5 分)

胺基酸是由胺基與羧基組成的生物分子，通用分子結構式如圖四所示，其中 R 為取代基，不同胺基酸分子有不同的 R 基，例如：R = H 時是甘胺酸(glycine)，R = CH<sub>3</sub> 時是丙胺酸(alanine)。

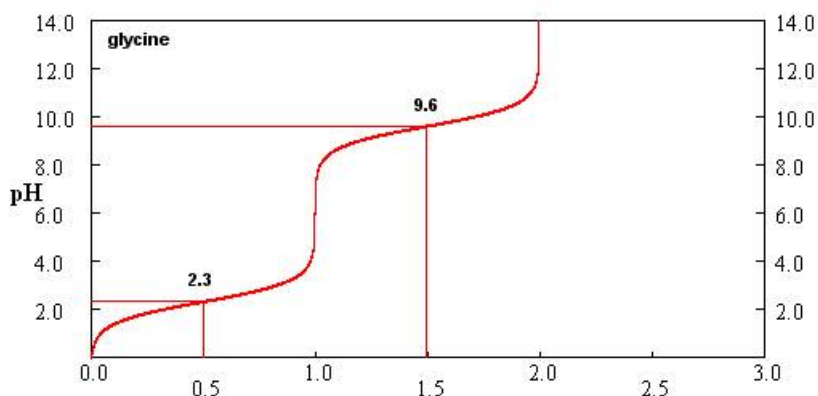


圖四



圖五

在強酸條件下，其結構如圖五所示，可視為一種雙質子酸，有兩個  $pK_a$  值。水溶液中的胺基酸分子會隨著不同的 pH 值，有不同的解離狀態，並使其帶有不同比例的正、負電荷。在某一特定的 pH 值，溶液中帶等量正、負電荷的胺基酸分子濃度達到最大值，遠遠高於其他解離形式的胺基酸分子，此 pH 值稱為胺基酸的等電點。下圖為甘胺酸 (NH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>COOH) 的滴定曲線，縱軸是溶液的 pH 值，橫軸是加入的 NaOH 當量數。



請繼續回答以下問題：

- (3) 已知 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 與 CH<sub>3</sub>COOH 的  $pK_a$  分別為 9.25 與 4.75。寫出甘胺酸在純水中的結構式。(4 分)
- (4) 寫出對應到甘胺酸兩個解離階段的化學反應式，並標明各階段的  $pK_a$  值。(6 分)
- (5) 甘胺酸達到等電點的 pH 值為多少？(5 分)

第四題：(共 32 分)

1.6g 的鹼金屬與 0.5 升的氣態鹵素 ( $T=300\text{K}$ ,  $P=1\text{ atm}$ ) 完全反應，釋放 22.83 kJ 的熱量 ( $\Delta H=-22.83\text{ kJ}$ )，產物為二元離子化合物，此離子化合物晶體的單位晶格中，陰離子以面心立方排列，陽離子位在稜邊的中間空隙以及晶格的正中心位置。

請回答以下問題：

- (1) 畫出從正立方體上方俯視此單位晶格的空間填充示意圖，並標示陰陽離子的位置。(6 分)
- (2) 此鹼金屬為何？請詳細寫出推導過程。(8 分)
- (3) 實驗量得此離子晶體單位晶格的稜邊長度為 535pm，利用下表所列的鹼金屬與鹵素離子半徑，決定此鹵素離子為何？(6 分)
- (4) 實驗量得此離子化合物的密度為  $2.5\text{ g/cm}^3$ ，由此詳細列式推導，算出亞佛加厥數。(8 分)
- (5) 此離子化合物的標準莫耳生成熱為何？(4 分)

鹼金屬	Li	Na	K	Rb
原子量	6.94	22.99	39.10	85.47
陽離子半徑 (pm)	90	116	152	166

鹵素	F	Cl	Br	I
原子量	19.00	35.45	79.90	126.90
陰離子半徑 (pm)	119	167	182	206