

# 第27屆國際化學奧林匹亞選拔營初選賽

(1995年4月15日，北、中、南三區舉行)

中華民國國際化學奧林匹亞指導委員會  
工作小組編輯

## 筆試試題

注意：本試題共5頁，滿分為140分；考試時間共2小時。答案要寫在答案卷上，試畢，請隨答案卷一併繳回。

### 一、單選題（每小題答對得2分，答錯不倒扣，共20分）

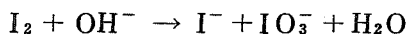
- 在體積相同的兩個密閉容器A與B中（保持溫度為423K不變）同時分別加入a莫耳與b莫耳的碘化氫（ $a > b$ ），等到反應  $2\text{HI}_{(g)} = \text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)}$  達到平衡後，下列敘述何者正確？
  - 從反應開始至到達平衡所需的時間： $t_A = t_B$
  - 平衡時， $\text{I}_2$  的濃度： $[\text{I}_2]_A = [\text{I}_2]_B$
  - 平衡時，HI 的分解率： $\alpha_A = \alpha_B$
  - 平衡時，碘蒸氣的百分含量： $A > B$
- 若短週期（週期1至3）中的兩種元素可以形成原子個數比為2：3的化合物，則這兩種元素的原子序數之差不可能為下列的那一種？
  - 1
  - 3
  - 5
  - 6
- 化學式為 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ 之某有機化合物被二鉻酸鉀的酸性溶液氧化而生成中性化合物 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ ，此中性化合物不與斐林試液反應，則原來的有機化合物可能是：
  - 1-丁醇
  - 2-丁醇
  - 乙醚
  - 2-甲基2-丙醇
- 與環戊烯互為結構異構物中含有參鍵者共有：
  - 一種
  - 三種
  - 四種
  - 五種
- 液態瓦斯的最主要成分是：
  - 甲烷
  - 乙烷
  - 丙烷
  - 丁烷
- 下列物質各2克與足量的金屬鈉作用時，何者產生的 $\text{H}_2$ 最少？
  - 甘油
  - 水
  - 乙醇
  - 苯酚
- 有關澱粉與蔗糖水解，下列各項敘述中何者為正確？（ $\text{C} = 12.0$ ， $\text{H} = 1.0$ ，

O = 16.0 )

- (A) 蔗糖 1.00 克可得葡萄糖約 1.05 克  
 (B) 澱粉 1.00 克可得葡萄糖約 1.11 克  
 (C) 蔗糖 1.00 克可得果糖約 1.05 克  
 (D) 澱粉 1.00 克可得果糖約 0.53 克，葡萄糖約 0.53 克
8. 下列關於氮原子的電子狀態，其依能量高低排列的次序應該如何？
- 甲、 $\uparrow\downarrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$       乙、 $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \_ \downarrow \downarrow \uparrow$   
 丙、 $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \_ \uparrow \uparrow \uparrow$       丁、 $\uparrow\downarrow \downarrow \uparrow \uparrow \uparrow \downarrow$   
 戊、 $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow \uparrow \_ \downarrow$
- (A) 乙 > 戊 > 丙 > 丁 > 甲      (B) 丁 > 甲 > 丙 > 乙 > 戊  
 (C) 甲 = 丁 > 乙 = 丙 = 戊      (D) 丁 > 甲 > 乙 = 戊 > 丙  
 (E) 甲 > 丁 > 丙 > 戊 > 乙
9. 在一定溫度下，向足量的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  飽和溶液中加入 1.06 克的無水  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (式量 106)，攪拌後靜置，最後所析出晶體 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) 的質量
- (A) 等於 1.06 克      (B) 大於 1.06 克而小於 2.86 克  
 (C) 等於 2.86 克      (D) 大於 2.86 克
10. 在常溫，下列何者屬於  $\Delta H > 0$ ，但反應向右進行？
- (甲)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  溶於水      (乙)  $\text{NaOH}$  溶於水      (丙) 蔗糖溶於水      (丁) 冰 → 水  
 (戊)  $\text{S}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{SO}_{2(g)}$
- (A) (甲)至(戊)都是      (B) (甲)、(丙)及(丁)      (C) (乙)、(丁)  
 (D) (乙)、(丙)及(戊)      (E) (甲)、(丁)及(戊)

## 二、填充題 (每空白 2 分，共 40 個空白，80 分)

1. 在 20 mL 的自來水中滴下碘酒數滴，攪拌後得黃褐色溶液。在此黃褐色溶液中滴下 1 M 的  $\text{NaOH}$  溶液數滴，攪拌後溶液變為無色。這一反應可表示如下 (注意：反應式平衡)：



在上式反應中氧化劑是 (1)，還原劑是 (2)，還原的產物是 (3)，被氧化的原子數與被還原的原子數之比是 (4)。若在上式的產物中加入澱粉溶液數滴，攪拌後溶液所呈現的顏色是 (5) 色；然後一邊攪拌此溶液，一邊加入 2 M 的鹽

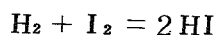
酸數滴至溶液變色，此時溶液所呈現的顏色是 (6) 色。

2. 一原子的電子層（軌域），其主量子數為 1、2、3 的，可分別用 K、L、M 層來表示。A 元素原子的 M 層比 L 層少一個電子，B 元素原子的最外層電子數為其電子層數的三倍，C 元素原子的 M 層，其 P 副層有一空軌域。試問 A、B、C 元素原子的最外層電子組態依次是 (7)、(8)、(9)。
3. 元素 X、Y、Z 的原子序數均小於 18。X 和 Y 的陽離子與元素 Z 的陰離子具有相同的電子組態，而 X 的離子半徑比 Y 的離子半徑大。試問 X、Y、Z 元素的原子序數由大到小的順序是 (10)。
4. 某元素 X 的氣態氫化物為  $XH_4$ ，其中 X 的質量百分率為 87.5%。試問 X 元素的中文名稱是 (11)，英文名稱是 (12)；其原子的最外層電子組態是 (13)。
5. 一般的化學反應可分成下列四類型：

(A) 化合      (B) 分解      (C) 置換      (D) 複分解

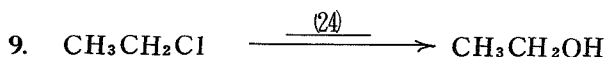
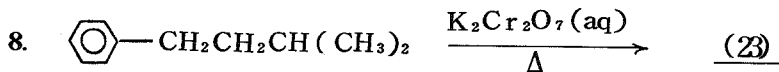
試問在這四種基本反應類型中，一定是「氧化 - 還原」反應的是 (14)，一定不是氧化 - 還原反應的是 (15)，可能是氧化 - 還原反應，也可能不是氧化 - 還原反應的是 (16)。

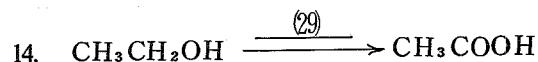
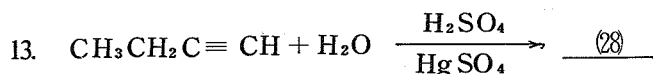
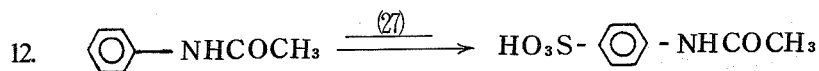
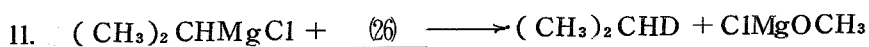
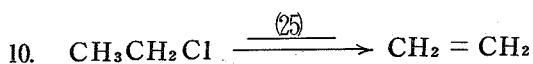
6. 在一定溫度時，若在一個 2 升的密閉容器內，使氫氣和碘蒸氣進行下列反應：



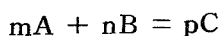
在平衡時，各物質的量分別為氫氣 0.44 莫耳，碘蒸氣 111.76 克，碘化氫 3.12 莫耳。試問反應前氫氣和碘蒸氣的濃度分別為 (17) 和 (18)。（碘的原子量 126.9）

7. 分子量為 120 之某有機化合物，含碳（原子量 12），氫（原子量 1）及氧（原子量 16）三種元素。取其 1.2 克置於純氧中燃燒，產物依序通過甲管〔裝  $Mg(ClO_4)_2$  固體〕與乙管（裝 NaOH 固體）後全被吸收。燃燒完成後發現甲管重量增加 0.72 克，乙管增加 3.52 克，則此化合物之實驗式為 (19)，分子式為 (20)。此化合物能與多倫試液作用產生銀鏡反應，但不使含溴的  $CCl_4$  溶液褪色，則此物可能為 (21) 類化合物，可能有 (22) 種異構物。

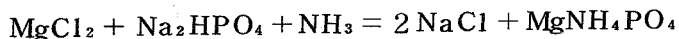




15. 在一定條件時，下列可逆反應達到平衡：



- (1) 若A、B、C都是氣體，減小壓力時平衡向逆方向移動，則m、n、p的大小關係是 (30)。
  - (2) 若C是氣體，而m + n = p且增大壓力可使平衡發生移動，則增大壓力平衡移動的方向是 (31)。
  - (3) 若B與C都是氣體，增加A的量，平衡不移動，則A的物態是 (32)。
  - (4) 若加熱後C的百分含量減小，則正反應是 (33) 熱反應。
16. 化合物BiCl<sub>3</sub>水解生成BiOCl沉澱。
- (1) 寫出水解反應的化學方程式 (34)。
  - (2) 醫藥上，把BiOCl叫做次氯酸鉍。試問該名稱是錯誤或正確？理由是 (35)。
  - (3) 配製BiCl<sub>3</sub>水溶液的方法是 (36)。
17. 製備MgNH<sub>4</sub>PO<sub>4</sub>的方法之一，是在鎂鹽的溶液中，加入Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>、氨水和氯化銨三種溶液，其反應如下：



由此可知，加入銨鹽的目的是 (37)。

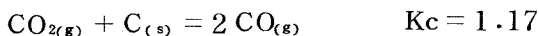
18. 要測定溶液的pH值，實驗時若用廣用pH紙，而先用蒸餾水將其潤濕，所測得的pH值一定有誤差嗎？為什麼？(38)。若用此法分別測定[H<sup>+</sup>]相等的H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>和H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>溶液的pH值，那一個誤差較大(39)？其原因是(40)。

三、其他（分析、申論、計算，共三題40分）

1. 將固體A（鮮紅色粉末），放入硝酸中加熱，可以看到無色的溶液B中產生沉澱

C (棕色粉末)。取出無色的溶液 B，通入硫化氫氣體，則產生沉澱 D (黑色)。沉澱 D 經水洗後放入過氧化氫的溶液中搖盪，則見沉澱 D 逐漸轉變成沉澱 E (白色)。沉澱 E 可溶於過量的氫氧化鈉溶液而成為無色溶液，在其中通入氯氣，則產生沉澱 (具有與上述沉澱 C 相同的性質)。沉澱 C 與濃鹽酸作用會產生黃綠色氣體。試表明 A、B、C、D、E 的化學式，並寫出所有相關的化學反應式 (要平衡，共有 6 個反應式)。(20 分)

2. 將 0.0015 莫耳的  $\text{CO}_2$  及 0.1000 莫耳的  $\text{CO}$  放入一體積為 V 的容器內，將溫度升至  $1000^\circ\text{C}$ ，依下列反應式：



- (a) 若  $V = 10 \text{ L}$ ，系統內會有怎樣的變化？ (b) 若  $V = 5 \text{ L}$ ，又如何？ (5 分)

3. 已知胺基酸 A (分子量 456.34) 含有一個胺基 ( $-\text{NH}_2$ ) 以及若干個酸基 ( $-\text{COOH}$ )。當 0.055 g A 加入一個當量  $\text{HClO}_4$  之後，以標準  $\text{NaOH}$  (0.01 N) 溶液滴定，其滴定曲線如圖(2)所示。(15 分)

試問：(I) 每一分子 A 含有若干個酸基？

(II)  $-\text{COOH}$  之  $\text{pK}_a$  為何？ ( $-\text{COOH} \rightarrow \text{H}^+ + \text{COO}^-$ )

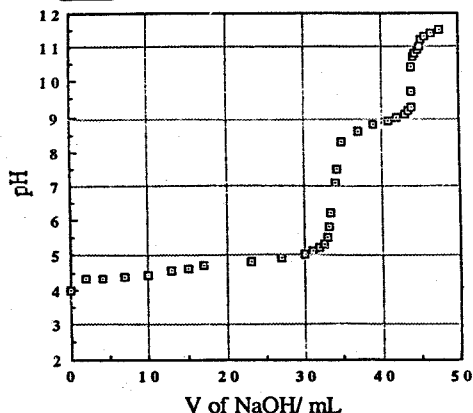
(III)  $-\text{NH}_2$  之  $\text{pK}_b$  為何？ ( $-\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$ )

(IV) 欲獲得較準確之當量點指示，表(1)中適宜之指示劑為何？

表(1)

指示劑	變色範圍
Green A	2.1 ~ 3.3
Yellow B	3.5 ~ 5.6
Blue C	4.5 ~ 5.5
Orange D	5.3 ~ 7.2
Purple E	6.2 ~ 9.1
Red (1)	8.0 ~ 9.5
Red (2)	9.4 ~ 10.1
Violet F	10.0 ~ 12

圖 (2)



註：由於限於篇幅，參考答案不再刊出，有興者可向臺灣師大化學系索取。

★