

臺北市立成功高級中學 113 學年度

第 2 次正式教師甄選【化學科】初試試題

請不要翻到次頁！

※請先目視確認准考證號碼是否與桌面、答案本上的准考證號碼是否一致無誤。

如有不同應立即請監試人員處理。使用非本人答案本作答者，不予計分。

請閱讀以下測驗作答說明

- 測驗時間90分鐘，鐘聲響起即可開始作答、鐘聲響畢請立即停筆。
- 考試結束，答案本和試題務必繳回，未繳回者以零分計算。
- 考試時發現試題本錯誤、缺漏、污損或印刷不清時，應立即舉手請監試人員處理。如屬試題疑義（如題意不清、資訊錯誤或遺漏等）則請依題意判斷。

請聽到鈴（鐘）聲響後再翻頁作答

※應考人請於鈴鐘響後、翻頁前，先填寫准考證後二碼 _____

參考資料：

說明：元素週期表（1~36 號元素）

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 1 H 1.0 | | | | | | | | | | | | | | | | 2 He 4.0 | |
| 3 Li 6.9 | 4 Be 9.0 | | | | | | | | | | | 5 B 10.8 | 6 C 12.0 | 7 N 14.0 | 8 O 16.0 | 9 F 19.0 | 10 Ne 20.2 |
| 11 Na 23.0 | 12 Mg 24.3 | | | | | | | | | | | 13 Al 27.0 | 14 Si 28.1 | 15 P 31.0 | 16 S 32.1 | 17 Cl 35.5 | 18 Ar 40.0 |
| 19 K 39.1 | 20 Ca 40.1 | 21 Sc 45.0 | 22 Ti 47.9 | 23 V 50.9 | 24 Cr 52.0 | 25 Mn 54.9 | 26 Fe 55.8 | 27 Co 58.9 | 28 Ni 58.7 | 29 Cu 63.5 | 30 Zn 65.4 | 31 Ga 69.7 | 32 Ge 72.6 | 33 As 74.9 | 34 Se 79.0 | 35 Br 79.9 | 36 Kr 83.8 |

非選擇題（共 100 分）

一、填充題：共 16 題，共 56 分。

※答題注意事項：

（一）化學反應式均須平衡，違者以 0 分計算。

（二）除題目另有標記外，答案若非整數，不能整除者請以小數表示至小數點以下第一位。

1、白磷是一種容易自燃的物質，燃點為攝氏 40°C。小功想要了解白磷（P₄）的性質，於是上網查詢了一些資料：

(1)工業上製備白磷的方法：使用磷礦（磷酸鈣）、無煙煤或焦炭和石英砂依照一定比例混合，然後在 1400~1500°C 的電爐中加熱，即可製得磷蒸氣，以及一氧化碳和矽酸鈣等，冷卻後，在水面下收集磷蒸氣即可得到白磷。試寫出工業法製備磷的完整化學方程式（須平衡）。

【1 分，全對才給分】

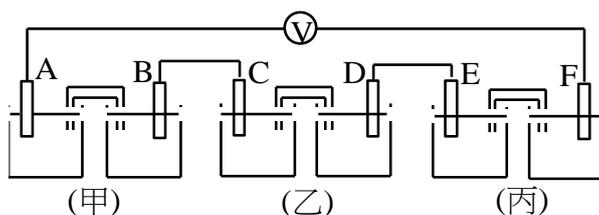
(2)已知各化學鍵的鍵能：P—P=198 kJ/mol、P—O=360 kJ/mol、氧氣分子內氧原子間的鍵能為 498 kJ/mol。試計算：P₄+3O₂→P₄O₆ 的反應熱 ΔH 為多少？**【3 分】**

2、氯化銅是一種黃棕色的固體，在空氣中它會緩慢吸收水分生成藍綠色的二水合物。小成想要分析某 CuCl₂·2H₂O 晶體的純度，於是取 0.36 克的 CuCl₂·2H₂O 的晶體，加入適量的蒸餾水使其溶解，再加入過量的 KI(s)，使其充分反應，結果觀察溶液產生白色的沉澱。隨後，小成再利用 0.10 M Na₂S₂O₃(aq) 滴定此溶液，達到滴定終點時，耗去 Na₂S₂O₃(aq) 20.0 mL。回答下列問題：

(1)寫出 CuCl₂ 溶液與 KI 的離子方程式（須平衡）**【1 分，全對才給分】**

(2)計算原來 CuCl₂·2H₂O 晶體的純度為多少？**【3 分】**

3、今有六個半電池（其離子濃度均為 1.0 M，H₂ 的壓力為 1 大氣壓），以下圖的方式連接形成三個電池組，圖中 U 型管為鹽橋，其中丙電池組已知為銅銀電池。



其中 A、B、C、D 半電池可為：



而 E、F 半電池可為：

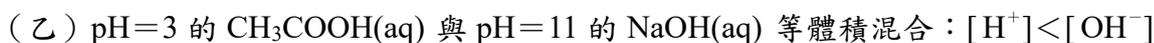


試問：(1)此電池組共有幾種組合？【1 分】

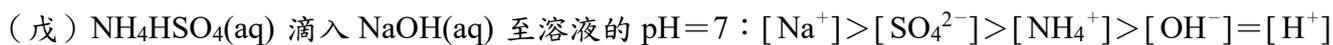
(2)承上題，共有幾種電位？【1 分】

(3)承上題，各是多少伏特？【2 分，全對才給分】

4、室溫下，小成配製下列 5 杯不同的溶液：



(丁) 相同濃度的 CH₃COOH(aq) 和 CH₃COONa(aq) 等體積混合後：



試問上述的 5 杯溶液，哪些濃度關係正確？【2 分，全對才給分】

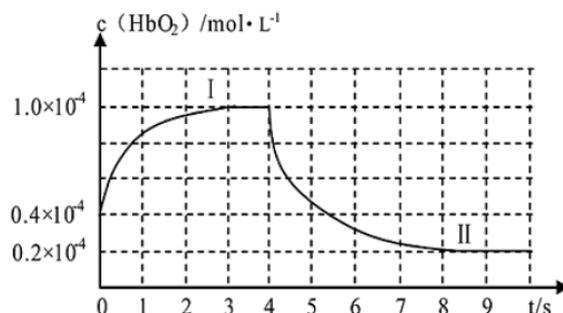
5、溴水外觀為橙黃色液體，可作為檢測烯類、苯酚與苯胺的檢測試劑。試寫出苯酚與溴水的化學反應式（須平衡）。【2 分，全對才給分】

6、一樣本溶液含有 Na₂CO₃、NaHCO₃，取 50 毫升樣本溶液滴定至酚酞終點需用 22.1 毫升之 0.100 M HCl 溶液。另取 50 毫升樣本溶液滴定至甲基紅終點需用 48.4 毫升之 0.100 M HCl 溶液。試計算出樣本溶液中各成份物質之莫耳濃度。【4 分】

7、已知在室溫下，溶液中有 $1.0\text{ M NH}_4\text{CN}$ 的水溶液，試求此水溶液的 pH 值 = ?

(參考資料： HCN 的 $K_a = 2 \times 10^{-10}$ ； NH_3 的 $K_b = 1.25 \times 10^{-5}$) **【3分】**

8、人體血液中的血紅蛋白 (Hb) 容易與 O_2 結合生成 HbO_2 ，因此具有輸氧能力。若 CO 吸入肺中，則會發生反應 $\text{CO} + \text{HbO}_2 \rightleftharpoons \text{O}_2 + \text{HbCO}$ ，導致人體缺氧的情形。小功 為了解此反應的平衡常數，於是設計了一項實驗。首先，若向血液中輸入氧氣後 (曲線 I)，第 4 秒時，此時注入 CO 和 O_2 濃度分別為 $1.0 \times 10^{-4}\text{ M}$ 和 $9.9 \times 10^{-4}\text{ M}$ 的混合氣體，觀察 HbO_2 濃度隨時間的變化 (曲線 II)，結果如下圖所示。試問， $\text{CO} + \text{HbO}_2 \rightleftharpoons \text{O}_2 + \text{HbCO}$ 反應的平衡常數約為多少？ **【3分】**



9、 Cu^{2+} 的配位數是 4，它會與 4 個具有孤對電子對的分子或離子結合成錯離子，若此錯離子帶正電荷，會再結合等量的負電荷物質而形成錯化合物。錯化合物溶在水中時，帶正電荷的錯離子會與負電荷物質解離分開。例如： $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4$ 錯化合物在水中解離成： $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 錯離子與 SO_4^{2-} 離子。今有一錯化合物，經元素分析，知道含有 Fe、Cl、N、H 原子比為 1 : 3 : 4 : 12。經以硝酸銀溶液滴定錯化合物，需耗費等倍的銀離子莫耳數來達到滴定終點。試問：

(1) 此錯離子之化學式為何？ **【2分】**

(2) 畫出此錯離子可能存在的幾何異構物。 **【2分，全對才給分】**

10、已知：

$\text{Mg}(\text{s})$ 的昇華熱 $\Delta H_1 = +148\text{ kJ/mol}$ ；

$\text{Mg}(\text{g})$ 形成 $\text{Mg}^{2+}(\text{g})$ 的游離能 $\Delta H_2 = +2187\text{ kJ/mol}$ ；

$\text{Br}_2(\text{l})$ 的汽化熱 $\Delta H_3 = +31\text{ kJ/mol}$ ；

Br_2 的鍵能 $\Delta H_4 = +193\text{ kJ/mol}$ ；

$\text{Br}(\text{g})$ 電子親和力 $\Delta H_5 = +331\text{ kJ/mol}$ ；

$\text{MgBr}_2(\text{s})$ 的生成熱 $\Delta H_6 = -524\text{ kJ/mol}$ ；

$\text{Mg}^{2+}(\text{g})$ 的水合能 $\Delta H_7 = -390\text{ kJ/mol}$ ；

$\text{Br}^-(\text{g})$ 的水合能 $\Delta H_8 = -80\text{ kJ/mol}$

試求出：(1) $\text{MgBr}_2(\text{s})$ 之晶格能 = ? **【2分，需註記單位】**

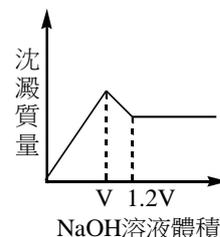
(2) $\text{MgBr}_2(\text{s})$ 之溶解熱 = ? **【2分，需註記單位】**

11、我們可以利用氫氧化物之溶解度之差異，使一離子完全沉澱（當離子之濃度變為原來的 $1/10^4$ 時可稱為完全沉澱），而另一離子即將開始沉澱時，此狀況可稱二離子已分離。若溶液中含有 0.10 M 的 Fe^{3+} 及 Mg^{2+} ，應如何控制溶液之 pH 值，以將二離子分開？【3分】
（假設加入氫氧化物後溶液體積不變。參考資料： $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 之 $K_{\text{sp}}=4 \times 10^{-38}$ ； $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 之 $K_{\text{sp}}=1.8 \times 10^{-11}$ ）

12、有一氯化銀光電池，其中一還原半反應為： $\text{AgCl}(\text{s}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}(\text{s}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ ， $E=0.21\text{V}$ ，但銀的標準還原電位為： $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag})=0.80\text{V}$ 。試依上述資訊，計算出 AgCl 的溶度積常數。
（假設溶液中的離子濃度為 1 M ，且溫度在 25°C ）【4分】

13、若欲利用草酸（ $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ， $\text{pK}_1=1.25$ ， $\text{pK}_2=4.27$ ，分子量= 90.04 ）配製 $\text{pH}=4.40$ 的緩衝溶液。試問需取多少毫升 0.800 M KOH 與 3.38 克草酸混合後稀釋至 500 毫升可達到此目的？【4分】

14、於 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 MgSO_4 混合溶液中加入 NaOH 溶液，加入 NaOH 溶液的體積與沈澱質量的關係如右圖所示，試求出原混合液中 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 MgSO_4 物質的莫耳數比？【3分】



15、室溫下，在 2 M 、 20 mL 的 H_2CO_3 溶液中，用 2 M 的 NaOH 溶液滴至第一個當量點時，求此時溶液的 pH 值為多少？（ H_2CO_3 的 $K_{\text{a}1}=4 \times 10^{-7}$ ， $K_{\text{a}2}=4 \times 10^{-11}$ ）【4分】

16、已知 A 是一種含碳、氫、氧三種元素的有機化合物。已知： A 中碳的質量百分率為 44.1% ，氫的質量百分率為 8.82% ，分子量為 136 ； A 只含有一種官能基團，且每個碳原子上最多只連一個官能基團； A 能與乙酸發生酯化反應，但不能在兩個相鄰碳原子上發生消去反應。試寫出 A 的分子式【2分】，並畫出其結構式【2分】。

二、問答題：共六大題，共 24 分。

1、小功在國中理化單元裡學習到金屬活性順序（鉀>鈉>鈣>鎂>鋁>碳>鋅>鐵>錫>鉛>氫>銅>汞>銀>鉑>金）。然而，他在高中化學課程中卻發現這樣的順序與氧化電位、金屬元素游離能順序有不一致的情形。請問您如何向小功說明與解釋此不一致的情形。【4分】

2、大部分金屬氧化物溶於水都會呈鹼性，但小成卻發現某學習講義上有某題目如下所述：

試判斷下列物質的酸性強度： Cr_2O_3 、 CrO 和 CrO_3 。

請判斷此題目是否有誤，若題目有誤，請說明你的理由；若題目沒有錯誤，請寫出這些金屬氧化物的酸鹼性與判斷的理由。【4分】

3、隨著全球通訊往來越趨頻繁，不只通訊市場的需求量日益攀升，人們也開始越來越講究通訊的品質。由於第一代半導體原料「矽」的元素無法因應需要在更高溫、更高電壓的環境下運作。因此，市場開始尋求新的半導體原料，於是「砷化鎵」和「磷化銦」成為第二代半導體的代表性化合物。試以高中階段所學習的化學相關理論，說明砷化鎵和磷化銦為何可作為半導體的材料。【4分】

4、壓克力（PMMA）是一種合成的高度透明、無定形、熱塑性聚合物。試寫出由單體合成壓克力聚合物的化學反應式（須平衡）與單體名稱。【各2分，共4分】

5、銀鏡反應可用於玻璃上製造鏡子，亦可使非導體表面金屬化，從而可作其它金屬的電鍍。試寫出高中選修化學實驗中，利用葡萄糖（ $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ）溶液與多倫試劑的化學反應式（須平衡）。【3分】

6、近年來，世界各國受到氣候變遷的威脅，為了達到巴黎協定目標，於2100年將全球平均升溫控制在 2°C 之內，已有許多國家和企業紛紛提出「淨零排放（Net Zero Emissions）」的承諾，並開始轉用再生能源、提高設備的能源效率，和發展「碳捕捉、利用與封存技術（Carbon Capture, Utilization and Storage）」等方式，以達成「碳中和（Carbon Neutral）」。

試比較碳中和與淨零排放有何不同？以及簡要說明何謂碳捕捉、利用與封存。【5分】

三、課程與實驗教材說明：共三大題，共 20 分。

1、**混成 (hybridization) 理論**是化學家萊納斯·鮑林 (Linus Pauling) 於 1931 年時提出，後來也被廣泛地使用於解釋各種有機化合物結構的方法。請問您課堂中如何對學生解釋為何須要混成理論來說明分子的形成，以及說明混成理論的要點與特徵，最後再以此理論解釋乙烯 (C_2H_4) 分子的形成，並比較乙烯分子的鍵角大小 ($\angle HCC$ 與 $\angle HCH$)。【8 分】

2、**實驗：秒錶反應 (亦稱為碘鐘反應)**

依照高中加深加廣選修化學的實驗課程內容，說明此實驗的原理與過程。【6 分】

※提示：此實驗所配製的溶液為溶液 A：0.02 M $KIO_3(aq)$ 及溶液 B：0.002 M $NaHSO_3(aq)$ 、稀硫酸和澱粉。

3、試說明何謂**選擇性沉澱 (Selective Precipitation)**？並舉例說明如何應用在定性與定量分析上。

【6 分】