

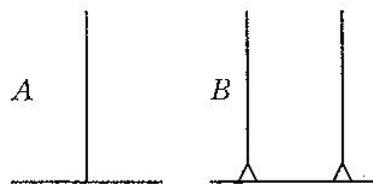
臺北市立第一女子高級中學 101 學年度教師甄選  
化學科測驗題試題暨答案

一、下列為歷年來我國辦理化學奧林匹亞初試的一些題目，經過修飾如下，回答之：

- (1)  $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$ 與 $\text{Cl}^{-}_{(\text{aq})}$ 混合後可共存於溶液中，但 $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$ 與 $\text{I}^{-}_{(\text{aq})}$ 混合後兩者卻無法共存，其原因為何？  
(A)  $\text{FeI}_3$  的溶解度太大  
(B)  $\text{I}^{-}$ 在溶液中被氧化了  
(C)  $\text{Fe}^{3+}$ 在溶液中的酸性太大  
(D)  $\text{Fe}^{3+}$ 在溶液中的還原力太大  
(E)  $\text{Fe}^{3+}$ 與 $\text{I}^{-}$ 兩者的離子半徑相差太大
- (2) 漂白粉遇到酸性溶液的反應式如下： $\text{CaCl}(\text{ClO}) + 2\text{H}^{+} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
寫出此反應的還原半反應式？
- (3) 鐵銹一般可以用化學式 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 表示，這是因為樣品中有 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 與 $\text{FeO}$ ，然而一般鐵氧化物的樣品中，二價鐵離子與三價鐵離子的莫耳數比不一定是 1:1。若某樣品的化學式測定為 $\text{Fe}_{0.91}\text{O}_{1.00}$ ，則樣品中 $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ 的莫耳數比值應為多少？

二、有關錯合物異構物的敘述如下：

- (1) 鉑的四配位錯合物 $[\text{PtBrCl}\{\text{P}(\text{CH}_3)_3\}_2]$ 存在兩種幾何異構物A和B。它們具有不同的 $^{31}\text{P}$ -NMR(核磁共振)光譜(如右圖)，其中異構物A顯示單一 $^{31}\text{P}$ 譜線，異構物B顯示兩條譜線，試判斷A、B分別為何種異構物(用結構式表示)並說明判斷理由。
- (2) 銱的六配位錯合物 $[\text{IrCl}_3\{\text{P}(\text{CH}_3)_3\}_3]$ 存在兩種幾何異構物C和D。兩種的 $^{31}\text{P}$ -NMR核磁共振光譜特徵如下：「異構物C的磷原子只有一種化學環境，而異構物D的磷原子有兩種化學環境。」試判斷C、D分別為何種異構物(用結構式表示)並說明判斷理由。



三、請您從高中化學課程的理論概念，回答下列問題，並且充分說明您如何解釋讓學生理解。

- (1) 比較順丁烯二酸、反丁烯二酸的酸性大小。  
(2) 說明丙酮、乙酸、苯、水的沸點順序。  
(3) 解釋為什麼葡萄糖與果糖皆可與多倫試劑發生反應。  
(4) 依據合理的有機合成方法，寫出從有機物「苯」製備出「乙醯胺苯」的方法。

四、西元2000年，德國Freiburg 大學的H.Prinzbach 宣稱，他們已經在氣相質譜儀的氣體中看到了最小的球碳分子 $\text{C}_{20}$ 的存在。實驗過程將正十二面體烷( $\text{C}_{20}\text{H}_{20}$ )溶解在溴( $\text{Br}_2$ )液體中，利用催化劑反應後得到 $\text{C}_{20}\text{HBr}_{13}$ 與 $\text{HBr}$ 產物。 $\text{C}_{20}\text{HBr}_{13}$ 在質譜儀中發生分解得到了微量 $\text{C}_{20}^{+}$ 和 $\text{C}_{20}^{2+}$ ，證明了球碳分子 $\text{C}_{20}$ 的存在。請回答下列問題：

- (1) 寫出  $\text{C}_{20}\text{H}_{20}$  與  $\text{Br}_2$  反應的反應方程式(平衡係數)。  
(2) 正十二面體烷( $\text{C}_{20}\text{H}_{20}$ )分子中 C 原子混成軌域是什麼？  
(3) 比較  $\text{C}_{20}\text{H}_{20}$  與  $\text{C}_{20}$  中的 C—C 的鍵長，何者較長？  
(4) 說明每個  $\text{C}_{20}$  分子的  $\sigma$  鍵數有多少？  
(5) 推測每個  $\text{C}_{20}$  分子結構中由 C 原子鍵結形成的環可能為幾邊形？

五、甲溶液內含有  $\text{SO}_3^{2-}$  和  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  的兩種陰離子，乙溶液為 0.0500 M 的  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  鹼性溶液，取 100.00 mL 的甲溶液恰好可與 80.00 mL 乙溶液完全反應，反應後生成物中含硫產物只有一種，含鉻產物也只有氫氧化鉻 ( $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ) 沉澱。所有產物經以鹽酸酸化後，與過量的  $\text{BaCl}_2$  溶液反應得到白色沉澱，此白色沉澱經過過濾、洗滌、乾燥後稱重，質量為 0.932 克。

(原子量：S = 32.0、Cr = 52.0、O = 16.0、Ba = 137、Cl = 35.5)

- (1) 寫出甲溶液中  $\text{SO}_3^{2-}$  和  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  分別與  $\text{CrO}_4^{2-}$  反應的化學反應方程式，並平衡係數。  
(2) 計算原甲溶液中  $\text{SO}_3^{2-}$  和  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  的初濃度。

六、無水硫酸銅(CuSO<sub>4</sub>)是白色的，硫酸銅的水合物(CuSO<sub>4</sub>•5H<sub>2</sub>O)是藍色的。無水硫酸銅暴露在空氣中，會慢慢吸收水分並轉變為藍色。取一些無水硫酸銅粉末放置在空氣中一段時間後變為5.70克，加入適量硫酸溶液，再加水到100 mL。取此硫酸銅溶液10 mL，加入足量的碘化鉀，此時溶液的顏色變為黃褐色並產生灰白色沉澱物，過濾後再將溶液稀釋，加入澱粉作為指示劑，使用0.10 M硫代硫酸鈉溶液滴定。達到當量點時，需消耗硫代硫酸鈉溶液30.0 mL。回答下列問題：

(式量: CuSO<sub>4</sub>=160)

- 寫出硫酸銅與碘化鉀反應的離子反應式(平衡係數)，並說明黃褐色物質與灰白色沉澱的成分分別為何？
- 說明待測液中為何需加入硫酸溶液？
- 寫出以硫代硫酸鈉溶液進行滴定的反應方程式(平衡係數)，並說明滴定終點的顏色變化。
- 原無水硫酸銅樣品放置於空氣中時，吸收了水份多少克？

七、下列為銀與鋅的標準還原電位：



依據涅斯特方程式(Nernst's equation)： $\Delta E = \Delta E^\circ - \frac{0.059}{n} \log Q$ ，回答下列問題：

- 請算出[Zn<sup>2+</sup>]=1M，[Ag<sup>+</sup>]=0.1M時，鋅銀電池的電位差為多少？
- 試求 Zn<sub>(s)</sub> + 2Ag<sup>+</sup><sub>(aq)</sub> → Zn<sup>2+</sup><sub>(aq)</sub> + 2Ag<sub>(s)</sub> 的平衡常數 K。

八、下列文句乃描述使用光電比色計的實驗結果，其中待測溶液穿透度(percentage transmittance)定義為透射光強度除以入射光強度；吸收度(absorbance, A)定義為入射光強度除以透射光強度的商對數值(以10為底)。假設此實驗結果符合比爾定律(Beer's Law)，計算下列數據：

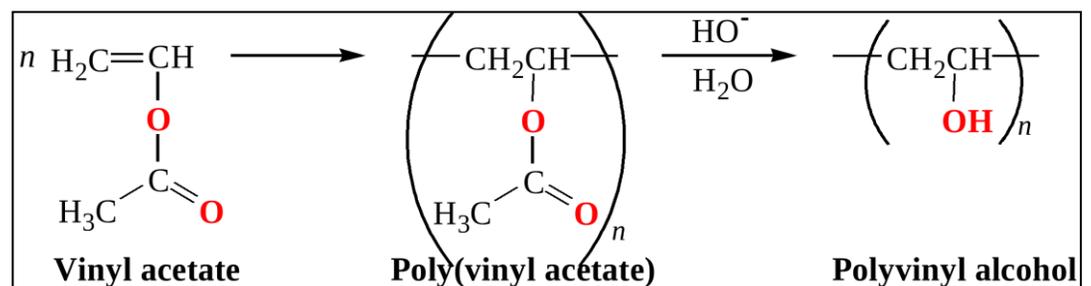
「The percentage transmittance of an aqueous solution for 5×10<sup>-4</sup> mol L<sup>-1</sup> disodium fumarate solution at 250 nm and 25°C is 20.0% in a 1-cm cell.」

- Calculate the absorbance A。
- Calculate the molar absorbance coefficient (ε) (請列出 ε 的單位)。

九、日常生活中的透明膠水的成份為聚乙醇醇(Polyvinyl alcohol, PVA)，閱讀下列文章後請回答問題：

「Polyvinyl alcohol (PVA), a water-soluble polymer, is a linear synthetic polymer prepared by the hydrolysis of polyvinyl acetate. The hydrolysis is rarely carried to completion because the presence of a few ester groups helps confer water solubility of the product. Poly(vinyl alcohol) in which 10% of the ester groups remain dissolves readily in water.

The "slime chemistry" by which slime is produced involves the borate ion crosslinking with the PVA. Borax(Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>) hydrolyzes in water to form a borate anion(B(OH)<sub>4</sub><sup>-</sup>). The tetrahedral borate ion "crosslinks" with



the poly(vinyl alcohol) to yield slime and water. Slime is a non-Newtonian fluid. That is, under low stress, such as slowly pulling on the material, it will flow and stretch. Pull sharply (high stress) and the material breaks.」

- 聚乙酸乙烯酯在鹼性溶液中發生水解，當水解反應進行程度達到多少百分比以上時，產物可變成易溶於水的聚合物？
- 聚乙醇醇(PVA)與硼砂(Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>)反應所得到的"slime"，此產物乃屬於鏈狀聚合物或網狀聚合物？
- 若要將"slime"揉捏做成薄膜，則該用力揉捏或是小力揉捏？
- 聚乙醇醇(PVA)可以直接用乙醇醇(CH<sub>2</sub>=CHOH)做為反應物而進行聚合反應嗎？請明原因。

參考答案

第一題	(1)	B
	(2)	$2\text{ClO}^-_{(\text{aq})} + 4\text{H}^+_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_{2(\text{g})} + 2\text{H}_2\text{O}$
	(3)	0.25 (或 0.247)
第二題	(1)	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>A</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>B</p> </div> </div>
	(2)	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>C</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>D</p> </div> </div>
第三題	(1)	順丁烯二酸 > 反丁烯二酸
	(2)	沸點順序：乙酸 > 水 > 苯 > 丙酮
	(3)	略
	(4)	略
第四題	(1)	$1\text{C}_{20}\text{H}_{20} + 16\text{Br}_2 \rightarrow 1\text{C}_{20}\text{HBr}_{13} + 19\text{HBr}$
	(2)	$\text{sp}^3$
	(3)	$\text{C}_{20}\text{H}_{20}$
	(4)	30
	(5)	五邊形
第五題	(1)	$3\text{SO}_3^{2-} + 2\text{CrO}_4^{2-} + 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{SO}_4^{2-} + 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 4\text{OH}^-$ $3\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 8\text{CrO}_4^{2-} + 17\text{H}_2\text{O} \rightarrow 6\text{SO}_4^{2-} + 8\text{Cr}(\text{OH})_3 + 10\text{OH}^-$
	(2)	$[\text{SO}_3^{2-}] = 0.02\text{ M}$ $[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}] = 0.01\text{ M}$
第六題	(1)	黃褐色溶液是因產生 $\text{I}_2$ 或 $\text{I}_3^-$ 。灰白色沉澱是 $\text{CuI}$ 。 $2\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 4\text{I}^-_{(\text{aq})} \rightarrow 2\text{CuI}_{(\text{s})} + \text{I}_{2(\text{aq})}$ 或 $2\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 5\text{I}^-_{(\text{aq})} \rightarrow 2\text{CuI}_{(\text{s})} + \text{I}_3^-_{(\text{aq})}$
	(2)	略
	(3)	滴定終點為藍黑色消失變為無色。 $\text{I}_{2(\text{aq})} + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-}_{(\text{aq})} + 2\text{I}^-_{(\text{aq})}$ 或 $\text{I}_3^-_{(\text{aq})} + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-}_{(\text{aq})} + 3\text{I}^-_{(\text{aq})}$
	(4)	0.9 (g) 之水
第七題	(1)	1.50(V)
	(2)	$10^{53}$
第八題	(1)	0.700
	(2)	$1.40 \times 10^3 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$
第九題	(1)	90%
	(2)	網狀聚合物
	(3)	小力揉捏
	(4)	否