

102 學年度高級中學化學科能力競賽決賽

筆試 一

考試時間：45 分鐘

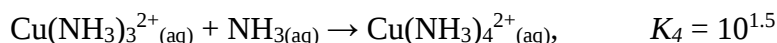
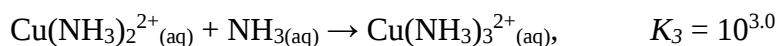
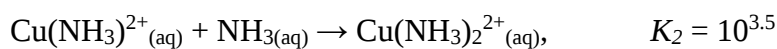
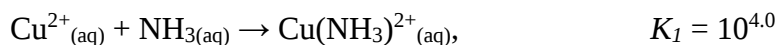
分數：_____

【作答須知】

1. 本卷各試題均為申論題，作答時只可使用試場提供之電子計算機。
2. 本試題共 11 頁(含本頁)，1~5 頁為題目卷，6~11 頁為答案卷，缺頁或破損時，立即尋求補換。
3. 作答時須將解題邏輯、推理與計算清晰陳述與條例於試卷內規定位置。字跡潦草或僅列答案，不予計分！
4. 考試開始後請務必在每一張試卷上寫上你的編號。

【申論題】(9 題，共 100 分)

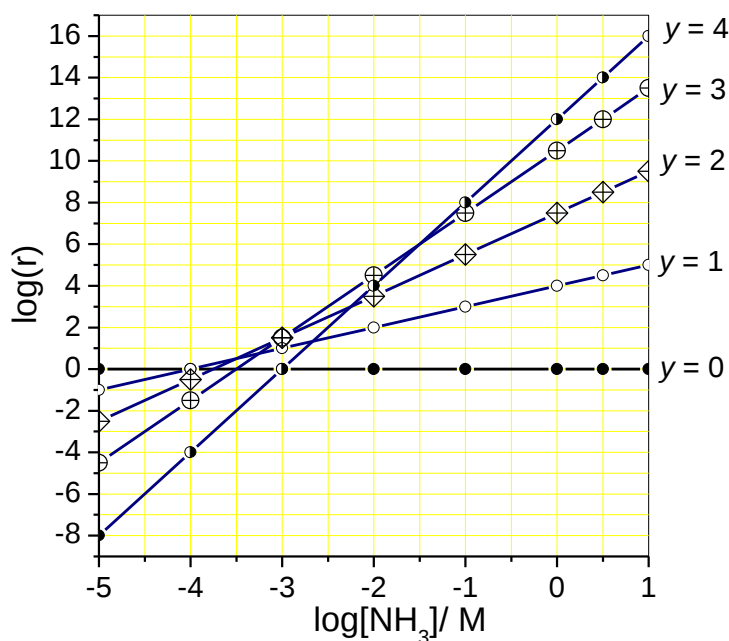
1. 已知銅離子可與氨進行反應並生成多種錯離子：



且各離子相對於銅離子的濃度比值， r ，會與溶液中氨的濃度呈現出如下圖所示關係，其中 r 與 $[\text{NH}_3]$ 的數值係以底數為 10 的對數函數表示，而 y 代表錯離子中氨的個數。根據這些數據，回答下列問題。

(A) 若將 $1 \times 10^{-3} \text{ mol CuSO}_4$ 溶於一升、10 M 的 NH_3 水溶液中， Cu^{2+} 離子的平衡濃度應為何？假設溶液體積並無明顯變化且氨的水解反應可忽略不計。(8 分)

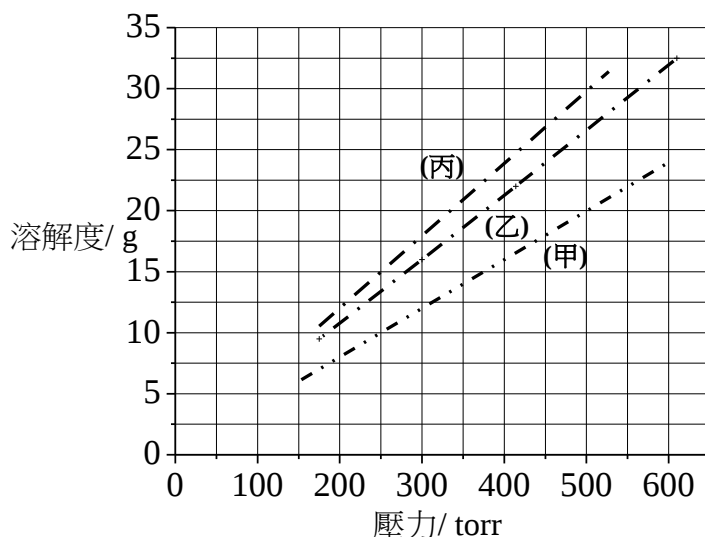
(B) 若將 $1 \times 10^{-3} \text{ mol CuSO}_4$ 改溶於另一杯體積為 1 L 的 NH_3 水溶液中，其中氨的平衡濃度為 $1 \times 10^{-5} \text{ M}$ ，則溶液中 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ 離子的平衡濃度應為何？(8 分)



2. 三位同學分別在 15 °C、25 °C 與 35 °C 下測量氧氣在一公噸水($1 \times 10^6 \text{ g}$)中的溶解度 (單位: g)，所得結果如下圖中三條曲線所示，其中橫軸為水面上的氧氣壓力，而曲線(乙)是在 25 °C 所得的數據。根據圖中數據，回答下列問題。

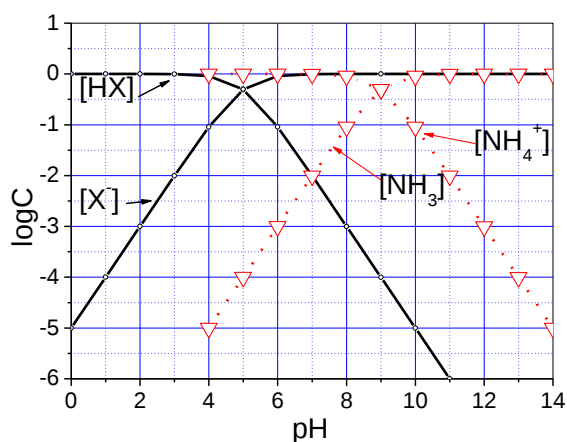
(A) 試問在 25 °C、一大氣壓的氧氣下，水中的溶氧量應為何 (單位: M) ? (8 分)

(B) 在 15 °C、一大氣壓空氣下，水中的溶氧量又為何 (單位: M) ? (8 分)



3. 已知 $1.0 \text{ M NH}_4\text{X}$ 水溶液中各物種濃度會隨溶液的 pH 值變化而變化如下圖所示，其中各物種的濃度（簡稱 C）係以 10 為底的對數函數表示。根據該圖，回答下列問題。

- (A) 若將一莫耳 HX 溶成一升的水溶液，則溶液的 pH 值應為何？ (8 分)
- (B) 若令 0.1 莫耳 NH_3 與 0.1 莫耳 HX 在一升純水中進行反應，再將溶液濃縮 1.3 倍，試問溶液的 pH 值應為何？ (8 分)



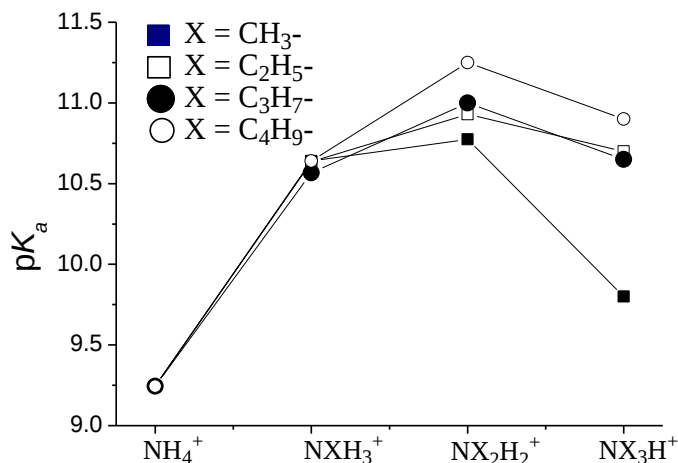
4. 近日媒體報導：陽明山中山樓與圓山大飯店室內所懸掛的名人國畫因長期受到該地區硫磺氣的侵蝕而無法修復。根據專家分析，畫作損毀主要是所含白色顏料—鉛白變黑所致。已知硫磺氣主要成分為二氧化硫(SO_2)、硫酸銨($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$)、硫磺(S_8)與硫化氫(H_2S)，而鉛白的化學式為 $\text{Pb}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{PbCO}_3$ ，根據這些資料，回答下列問題。

- (A) 該黑色結晶可能是哪種物質？寫出其化學式或名稱。 (6 分)
- (B) 據你推測，鉛白變黑主要是涉及哪一種化學反應？寫出其平衡方程式。 (6 分)

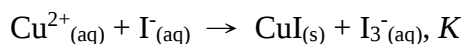
5. 胺是氨的衍生物，下圖所示為部分胺的共軛酸在水中的解離常數(K_a)，試根據圖中數據，回答下列問題。

(A) 哪一個胺的鹼性最強？試述其原因。(5 分)

(B) 為何 NX_3H^+ 的 $\text{p}K_a$ 比 NX_2H_2^+ 的 $\text{p}K_a$ 小？已知 $\text{p}X = -\log X$ 。(5 分)



6. 若將 a 莫耳銅離子與 b 莫耳碘離子溶於 1.0 L 的純水中，二者會進行下列反應（未平衡）：



其中 K 為反應中各物質係數為最小整數時之反應平衡常數。

(A) 試以 a 、 b 、 K 、 $[\text{Cu}^{2+}]$ 、 $[\text{I}^-]$ 以及 $[\text{I}_3^-]$ 列出三個方程式，得以解出 $[\text{Cu}^{2+}]$ 、 $[\text{I}^-]$ 與 $[\text{I}_3^-]$ 之數值。注意：清楚列出三個方程式，否則不予計分。(6 分)

(B) 已知 $a = 1.0$ 、 $b = 5 \times 10^{-3}$ 、 $K = 1 \times 10^{22}$ ，根據你所列的方程式求出 I^- 離子的平衡濃度。(4 分)

7. 老師在課堂講解物質三態時，指出等莫耳數的二氧化碳、二硫化碳與水雖含有相同數目的分子，卻存在不同的物理與化學性質。已知三者的部分物理常數如下表所示，試述三者之異同及其原因？(6 分)

	H ₂ O	CS ₂	CO ₂
熔點 (°C)	0	-112	-78
沸點 (°C)	100	46	-57
汽化熱 (kJ/mol)	6.01	4.4	8.06
汽化熱 (kJ/mol)	40.7	27	25.26

8. 近來某飲料公司大肆廣告，宣稱所生產的「氫氣啤酒」氣多泡細，風味遠勝添加二氧化碳的啤酒，秘訣在氫氣可以氫鍵溶於水中，故以之代替 CO_2 ，其產品含氣量高，風味絕佳。對此，你有何看法？(7 分)

編號：_____

9. 銀器泛黃時，若將之置於鋁鍋中再加入蘇打水，則浸置一段時間後常可恢復舊觀，但若改以「舒跑」或「可口可樂」，則較難得到類似效果，試述其故。(7 分)

102 學年度高級中學化學科能力競賽決賽

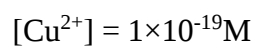
筆試 一

答 案 卷

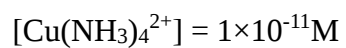
分數：_____

【申論題】 (9 題，共 100 分)

1 (A)(8 分)



(B)(8 分)



2 (A)(8 分)

$$1.3 \times 10^{-3} \text{M}$$

(B)(8 分)

$$3 \times 10^{-4} \text{M}$$

3 (A)(8 分)

pH = 2.5

(B)(8 分)

pH = 7.0

4	(A)(6 分) PbS (B)(6 分) $\text{Pb(OH)}_2 \cdot 2\text{PbCO}_3 + 3 \text{H}_2\text{S} \rightarrow 3 \text{PbS} + 4 \text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2$
5	(A)(5 分) $(\text{C}_4\text{H}_9)_2\text{NH}$ (B)(5 分) 因為烷基為疏水性，遇多烷基阻礙 NH_3 與 H_2O 接近，難形成氫鍵 故鹼性比 NX_2H 弱

6 (A)(6 分)

$$\mathbf{a} = [\text{Cu}^{2+}] + 2 [\text{I}_3^-]$$

$$\mathbf{b} = [\text{I}^-] + 5 [\text{I}_3^-]$$

$$\mathbf{k} = [\text{I}_3^-] / [\text{Cu}^{2+}]^2 [\text{I}^-]^5$$

(B)(4 分)

$$[\text{I}^-] \sim 10^{-5} \text{ M}$$

7	(6 分) H₂O 分子間具有氫鍵; CS₂ 與 CO₂ 均為非極性直線形分子,故熔點沸點較低.
8	(7 分) H₂ 不會與 H₂O 形成氫鍵
9	(7 分) (酸性): $\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^-$ (鹼性): $\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^-$ $\text{Al} + 4 \text{OH}^- \longleftrightarrow \text{Al(OH)}^-$

102 學年度高級中學化學科能力競賽決賽

筆試 二

考試時間：45 分鐘

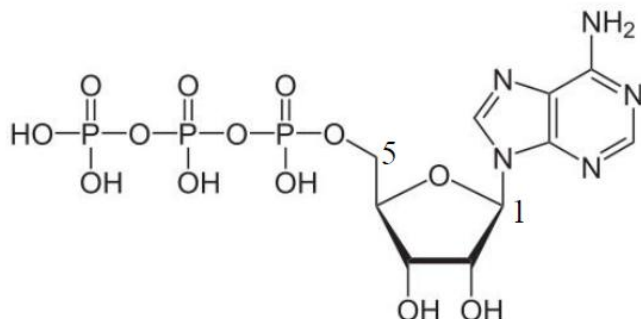
分數：_____

【作答須知】

1. 本卷各試題均為申論題，作答時只可使用試場提供之電子計算機。
2. 本試題共 4 頁(含本頁)，缺頁或破損時，立即尋求補換。
3. 計算過程及答案須記錄於試卷內規定位置，文字力求清晰，不得潦草。
4. 考試開始後請務必在每一張試卷上寫上你的編號。
5. 考試開始 30 分鐘內不得離場。

【申論題】(3 題，共 100 分)

1. 腺嘌呤核苷三磷酸(即 ATP，結構如下圖)在細胞中扮演傳遞化學能的重要角色。ATP 可視為由腺嘌呤分子和三磷酸分子分別和核糖分子之第 1 號和第 5 號碳(見下圖)上之羥基(-OH)，脫去水分子結合而成。試回答下列各題。



- (A) 寫出腺嘌呤、核糖及三磷酸之分子式 (12 分)
- (B) 在一個腺嘌呤分子中，共有幾個原子位於同一平面上？ (4 分)
- (C) 在一個 ATP 分子中，具有 sp^2 混成之碳原子數目為多少？ (4 分)
- (D) 在一個 ATP 分子中，具有 sp^3 混成之氮原子數目為多少？ (4 分)
- (E) 在一個 ATP 分子中，共含有幾對孤電子對？ (4 分)
- (F) ATP 所含之 5 種原子，何者之第一游離能最大？何者之電負度最大？ (4 分)
- (G) 將 ATP 分子所含之 5 種原子的大小，由小至大排列。 (5 分)
2. 笑氣(N_2O)具麻醉功能，早期被用為手術和牙醫之麻醉劑。笑氣可由硝酸銨(NH_4NO_3)經熱分解生成 N_2O 與水而製得。笑氣也是一種溫室氣體，其單位質量造成的溫室效應約為二氧化碳的 310 倍，但因在大氣中含量較少，笑氣對溫室效應的整體影響是所有溫室氣體中的第四名。試回答下列各題。
- (A) 畫出 N_2O 之兩種合理的路易斯共振結構，並預測其分子形狀。 (8 分)
- (B) 寫出硝酸銨分解為笑氣與水的平衡反應式。 (4 分)
- (C) 硝酸銨之兩種氮原子(鍵結環境不同)的氧化數分別為多少？ (4 分)
- (D) 在(B)之反應中，何者為氧化劑？何者為還原劑？ (4 分)
- (E) 寫出硝酸銨所具有之鍵結模式。 (4 分)
- (F) 畫出 NH_4NO_3 的路易斯結構(任一共振結構即可)。 (4 分)
- (G) 寫出硝酸銨中兩種氮原子所使用的混成軌域。 (4 分)
- (H) 寫出對溫室效應整體影響前三名之溫室氣體 (不需依序)。 (6 分)
3. 將下列器材和溶液組成一個電池，畫出該電池之簡單示意圖，並標示陽極、陰極、電子流動方向、溶液中及鹽橋內之離子移動方向，最後再寫出電池之平衡反應式。(已知銀離子之標準還原電位比銅離子大) (25 分)
- 銀棒、銅棒、1 M 硝酸銀溶液、1 M 硫酸銅溶液、鹽橋(KNO_3)、導線、電流計、燒杯(2 個)

102 學年度高級中學化學科能力競賽決賽

筆試 二

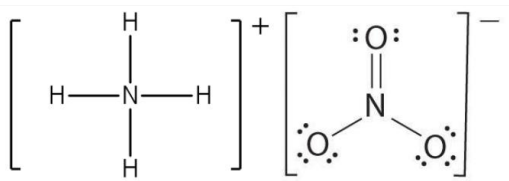
答 案 卷

分數：_____

【申論題】 (3 題，共 100 分)

1	(A) 腺嘌呤(4 分) C ₅ H ₅ N ₅		核糖(4 分) C ₅ H ₁₀ O ₅		三磷酸(4 分) H ₅ P ₃ O ₁₀	
	(B)(4 分) 12	(C)(4 分) 5		(D)(4 分) 2		(E)(4 分) 31
	(F)(4 分) N (第一游離能最大)；O (電負度最大)					
	(G)(5 分) H < O < N < C < P					
2	(A)(8 分) :N≡N- $\ddot{O}$: ↔ : $\ddot{N}$ =N= $\ddot{O}$: (6 分) 直線形 (2 分)					
	(B)(4 分) NH ₄ NO ₃ → N ₂ O + 2H ₂ O					
	(C)(4 分) NH ₄ ⁺ ：N = -3；NO ₃ ⁻ ：N = +5			(D)(4 分) NH ₄ NO ₃ 同時為氧化劑和還原劑		
	(E)(4 分) 離子鍵和共價鍵					

(F)(4 分)



(G)(4 分)

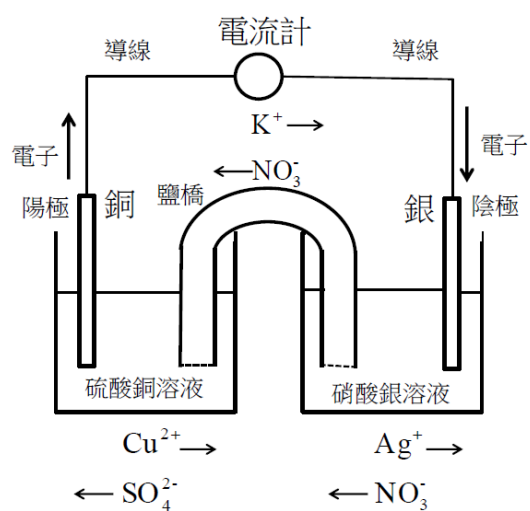
 NH_4^+ 之 N : sp^3 ; NO_3^- 之 N : sp^2

(H)(6 分)

 H_2O 、 CO_2 、 CH_4

3 (25 分)

電池圖(10 分)；陰、陽極 (4 分)；電子流動方向(2 分)、離子移動方向(6 分)

電池反應： $\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag}$ (3 分)

102 學年度高級中學化學科能力競賽決賽

筆試 三

考試時間：45 分鐘

分數：_____

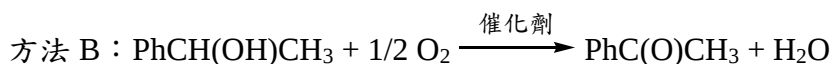
【作答須知】

1. 本卷各試題均為申論題，作答時只可使用試場提供之電子計算機。
2. 本試題共 6 頁(含本頁)，缺頁或破損時，立即尋求補換。
3. 計算過程及答案須記錄於試卷內規定位置，文字力求清晰，不得潦草。
4. 僅列答案者，不予計分！
5. 考試開始後請務必在每一張試卷上寫上你的編號。

【申論題】(1 題，共 100 分)

綠色化學(green chemistry)的十二原則就是減廢、物盡、低毒、保安、降輔、節能、再生、簡潔、催化、可解、監測、思危。(註 1)。

下面是兩個製造苯乙酮的反應。起始物 1-苯乙醇(PhCH(OH)CH_3)通常是乙苯過氧化氫(PhCH(OOH)CH_3)氧化丙烯($\text{CH}_3\text{CH=CH}_2$)製造環氧丙烷(PO)的副產物。



- (1) 解釋原子經濟效率(atom economy)。計算並比較方法 A、B 兩個反應的原子經濟效率(atom economy)。(原子量 S：32.1；Cr：52.0) (20 分)
- (2) 依方法 B，若在 25 °C，1 大氣壓氧氣中，1-苯乙醇隨時間的濃度變化如下表。用作圖法決定此反應的反應速率定律式。 (20 分)

[1-苯乙醇](mol/L)	Time (s)
0.90	0
0.33	5.0
0.14	10.0
0.047	15.0
0.017	20.0
0.0069	25.0
0.0025	30.0

- (3) 承上題(2)，計算此反應動力學觀察所得的反應常數及第一半生期為何？ (20 分)
- (4) 若在 25 °C，0.5 大氣壓氧氣中，觀察所得的反應速率常數為 0.1 s^{-1} 。試問各反應物的級數和總反應級數為何？計算總反應速率常數為何？ (20 分)
- (5) 從綠色化學的觀點，比較兩種方法的優劣。 (20 分)

註 1：阿那斯提斯(Anastas)與華納(Warner)所提出的綠色化學十二原則。

1. 預先減廢總勝於事後清理廢物	7. 用再生物料優於技術經濟實惠
2. 化學合成應注重原子經濟效率(atom economy)	8. 少用複雜的衍生物劑料或反應
3. 合成方法應選無毒或低毒物料	9. 高選擇催化程序優於計量反應.
4. 化學產品必須兼顧效能及環安	10. 化學產品須能降解成無害物質
5. 降低輔助化學品的使用或毒害	11. 開發工廠即時毒物監測分析法
6. 合成多選常溫常壓的節能程序	12. 設計化學程序需居安思危遠見

Reference:

(1) <http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=49978>

(2) http://en.wikipedia.org/wiki/Green_chemistry

102 學年度高級中學化學科能力競賽決賽

筆試 三

答案卷

分數：_____

【申論題】 (1 題，共 100 分)

(1) (20 分)

(10 分)

原子經濟效率是化學反應將反應物的成分原子轉化成生成物成分原子的效率。

以數學式可寫成：

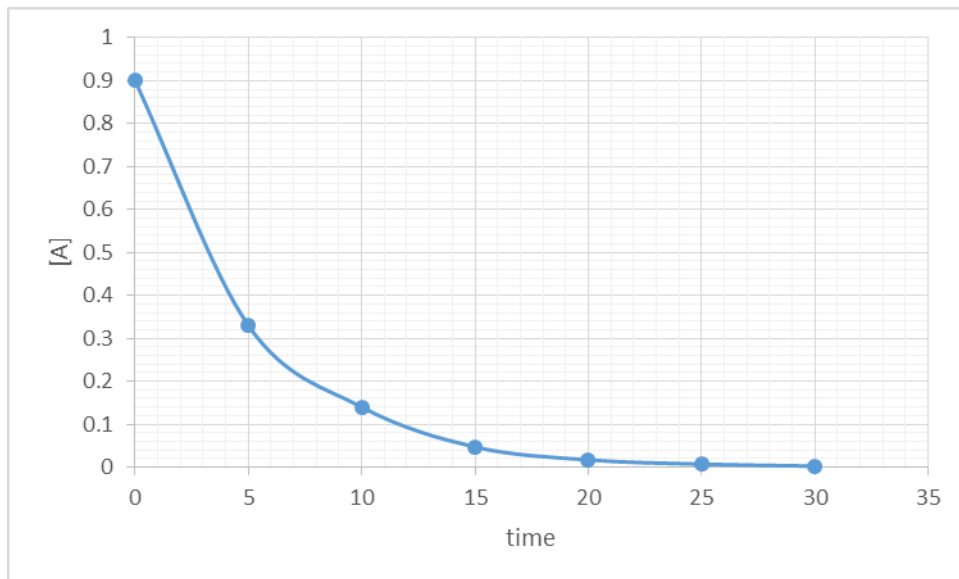
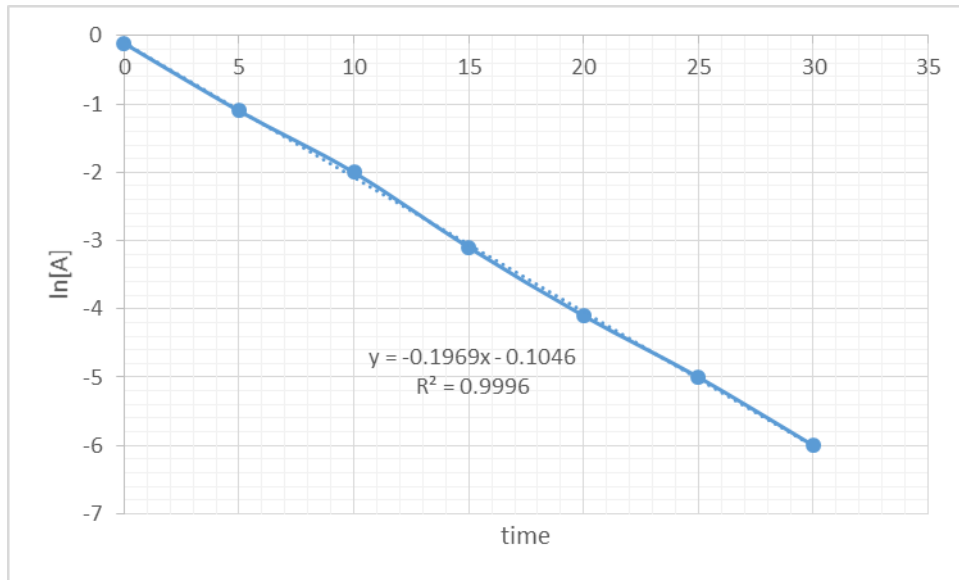
原子經濟效率 = (主產物的分子質量/所有反應物的分子質量) × 100%。

(10 分)

方法 A： $(360/860) \times 100\% = 41.86\% = 42\%$

方法 B： $(120/138) \times 100\% = 86.96\% = 87\%$

(2) 作圖區(10 分)



(2) (10 分)

令[1-苯乙醇] = [A]

作 $\ln[A]$ vs. Time

得一直線： $\ln[A] = \ln[A]_0 - k_{\text{obsd}} \times t$

得知 $\text{Rate} = -d[A]/dt = k_{\text{obsd}} [A]^1$

所以對[A]為一級

或由[A] 對 time 作圖，知第一、第二、第三半生期...相等，所以對[A]為一級

(3) (20 分)

用 $\ln[A]$ 對 time 圖，作線性回歸曲線，得 $y = -0.1969x - 0.1046$

由直線的斜率，可算出 $k_{\text{obsd}} = 0.1969 = 0.2 \text{ s}^{-1}$ (10 分)

$\tau_{1/2} = \ln 2 / k_{\text{obsd}} = \sim 3.5$ (10 分，式子 8 分)

或由作 $[A]$ 對 time 圖，以 0.45 M、0.22 M、0.11 M、0.055 M、0.028 M 找出與曲線相交的時間，可讀出 $\tau_{1/2} = 3.5 \text{ s}$

(4) (20 分)

反應中 $[O_2] \gg [1\text{-苯乙醇}]$ 。當氧氣壓力為一半時， k_{obs} 也降為一半，對 $[O_2]$ 為一級反應，總反應為二級反應。(10 分)

1 atm, $[O_2] = P/RT = 1/(0.082)(298) = 0.0409 \text{ M} = \sim 0.041 \text{ M}$ (5 分，式子 4 分)

$k = k_{\text{obsd}}/[O_2] = 0.2/0.041 = 4.88 = \sim 5.0 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$ (5 分，式子 4 分)

(5) (20 分)

方法 A 的氧化鉻及硫酸對環境都有害，硫酸鉻副產物若處置不當，更是會造成重金屬毒害。方法 B 除了原子經濟效率高，氧氣無毒；副產物只有水，不僅減廢，而且低毒，對環境更安全，使用催化劑也可節能。
(參考答案有七點，閱卷公平即可)

102 學年度高級中學化學科能力競賽決賽

筆試 四

考試時間：45 分鐘

分數：_____

【作答須知】

1. 本卷各試題均為申論題，作答時只可使用試場提供之電子計算機。
2. 本試題共 7 頁(含本頁)，缺頁或破損時，立即尋求補換。
3. 計算過程及答案須記錄於試卷內規定位置，文字力求清晰，不得潦草。
4. 考試開始後請務必在每一張試卷上寫上你的編號。
5. 考試開始 30 分鐘內不得離場。

【申論題】(7 題，共 100 分)

1. 利用 VSEPR 判斷下列分子或離子之形狀：

(a) NH_3 (b) NH_4^+ (c) ClF_3 (d) SF_4 (e) BrF_5 (f) SnBr_2

(18 分)

2. 週期表第二週期元素的游離能如下：

元素	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
kJ/mol	513	899	801	1086	1402	1314	1681	2080

(a) 第二週期由左到右，游離能的大致趨勢為何？是何原因造成此趨勢？

(6 分)

(b) 上述趨勢是否有例外？若有則列出，並說明是何原因造成此例外。

(6 分)

3. 考慮錯合物離子
- $[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]^{2+}$
- ，並回答下列問題：

(a) 鈷在此離子中的氧化數為何？

(2 分)

(b) 畫出此錯合物離子的結構。

(3 分)

(c) 若將上面的錯合物中的一個氨分子用氯離子取代，寫出所形成錯合物的分子式。(2 分)

(d) 新錯合物會有多少種異構物存在？畫出所有異構物的結構。

(6 分)

(e) 寫出(d)中異構物的關係名稱。

(2 分)

4. 單位晶格 (unit cell) 是在晶體中最小的重複單位。黃金的晶體經 X-射線繞射分析後，發現其屬於面心立方（亦即：金原子位於正立方體的單位晶格每一個頂點位置及每一個面的中心位置），其單位晶格的邊長是 0.408 nm。

(a) 畫出此單位晶格的圖形，並列式計算此單位晶格內的金原子數目。

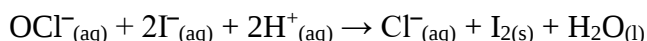
(6 分)

(b) 金的密度為 $1.93 \times 10^4 \text{ kg m}^{-3}$ 。計算上述單位晶格（正立方體）的體積及質量。(6 分)

(c) 金的相對原子量為 196.97。根據上面的數據，計算出每一個金原子的質量及亞佛加厥數。

(8 分)

5. 家用漂白水的主要成分為次氯酸鈉(
- NaClO
-)。現有 16.00 mL 的漂白水，稀釋至 500.0 mL 後，取出 20.0 mL，加入過量的碘化鉀，再以標定過的硫代硫酸鈉溶液(0.020 M)滴定。當澱粉試劑由藍色變成無色(代表反應完成)時，共使用 32.00 mL 的硫代硫酸鈉溶液。已知次氯酸與碘離子可進行下列反應：



計算此家用漂白水含次氯酸鈉的重量百分比？

(假設漂白水密度為 1.0 g/cm^3 ，原子量 $\text{Cl} = 35.5$)

(10 分)

6. 反應
- $10\text{Cl}^-_{(\text{aq})} + 2\text{MnO}_4^-_{(\text{aq})} + 16\text{H}^+_{(\text{aq})} \rightarrow 5\text{Cl}_{2(\text{g})} + 2\text{Mn}^{2+}_{(\text{aq})} + 8\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$

在 25°C 時的 E° 為 0.15 V，則此反應的平衡常數 K 值為何？($F = 96500 \text{ coul/mol}$ ， $R = 8.314 \text{ Joule/K}\cdot\text{mol}$ ，請詳列計算式)

(10 分)

7. 在宇宙中的某個星球上也有類似地球的元素。它們的原子結構亦可由四個量子數描述，但其量子數和地球的量子數有一主要的差異。其量子數如下：

$$N = 1, 2, 3, \dots$$

$$L = 0, 1, 2, \dots, N-1$$

$$M_L = 2L, 2L-1, \dots, 1, 0, -1, \dots, -(2L-1), -2L$$

$$M_S = -1/2, 1/2$$

- (a) 構建這個特殊星球的週期表，至少到第 3 週期(不需考慮軌域能量提升)。(10 分)
- (b) 預測第三週期從左到右，游離能的變化趨勢。(5 分)

102 學年度高級中學化學科能力競賽決賽

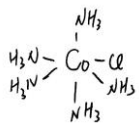
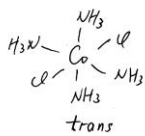
筆試 四

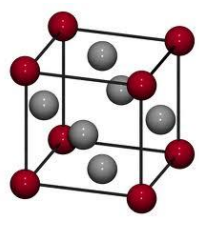
答 案 卷

分數：_____

【申論題】 (7 題，共 100 分)

1	(a)(3 分) 角錐	(b)(3 分) 正四面體
	(c)(3 分) T-型	(d)(3 分) 翹翹板型
	(e)(3 分) 四角錐或金字塔型	(f)(3 分) V 或彎形
2	(a)(6 分) 由左到右，游離能大致增大 (3 分)。因為有效核電荷增加 (3 分)。	
	(b)(6 分) 有例外，在 BeB 及 NO 處(3 分)，因軌域全填滿，及軌域半填滿較為穩定，因而 Be 游離能較 B 大，N 游離能較 O 大。(3 分)	

3	(a)(2 分) +3	(b)(3 分) 	(c)(2 分) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]^+$
	(d)(6 分) 2 異構物  cis  trans		
	(e)(2 分) cis-, trans- (如上)		

4	(a)(6 分) 結構 3 分 頂點位置的每個原子貢獻 $1/8$，面上的每個原子貢獻 $1/2$ $1/8 \times 8 = 1$ $1/2 \times 6 = 3$ 此單位晶格內的金原子數目共有 4 個。(3 分) 
	(b)(6 分) 單位晶格的體積：(3 分) 體積 $= (0.408)^3 = 6.79 \times 10^{-29} \text{ m}^3$ 單位晶格的質量：(3 分) 質量 = 密度 $\times$ 體積 $= 1.31 \times 10^{-24} \text{ kg}$ 單位並未標示或標示錯誤者，扣 1 分。
	(c)(8 分) 一個金原子的質量：(4 分) 質量 $= 1.31 \times 10^{-24} \text{ kg} / 4 = 3.28 \times 10^{-25} \text{ kg}$ 單位並未標示或標示錯誤者，扣 1 分。 亞佛加厥數：(4 分) $N_A = 196.97 \text{ g mol}^{-1} / 3.28 \times 10^{-22} \text{ g} = 6.01 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
5	(10 分) $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ $\text{OCl}^-_{(\text{aq})} + 2\text{I}^-_{(\text{aq})} + 2\text{H}^+_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Cl}^-_{(\text{aq})} + \text{I}_{2(\text{s})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$ 稀釋為 500 mL 漂白水之濃度為 N $20 \times 2 \times N = 0.02 \times 32 \quad N = 0.016 \text{ (M)}$ 則稀釋前漂白水之濃度為 W $W \times 16 = 0.016 \times 500 \quad W = 0.5 \text{ (M)}$ 則原漂白水 100 mL 中 NaClO 為 $0.5 \times 0.1 \times 74.5 = 3.725 \text{ (g)}$ 原漂白水含 NaClO 3.725 % (此答案對 10 分)

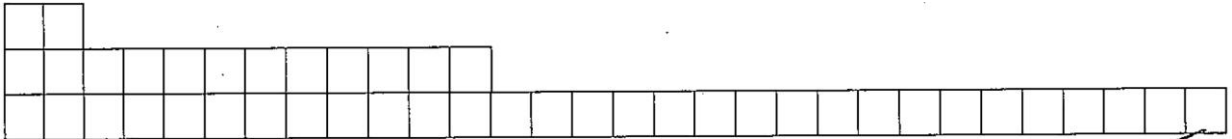
6 (10 分)

$$nFE = RT \ln K$$

$$10 \times 96500 \times 0.15 = 8.314 \times 298 \ln K$$

$$K = 2.4 \times 10^{25}$$

7 (a)(10 分)



軌域數：1, 5, 9

電子數：2, 10, 18 (不需有 symbol)

(b) (5 分)

游離能：

