

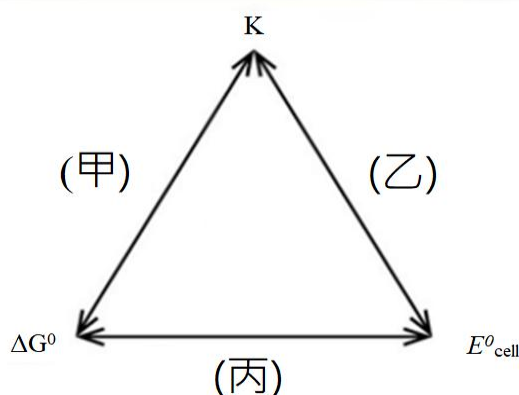
臺北市立第一女子高級中學 114 學年度第二次正式教師甄選

化學科測驗題試題暨參考答案

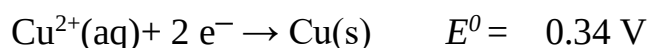
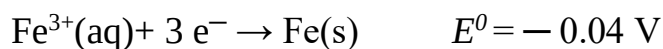
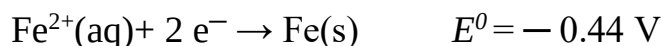
一、 (共 15 分)

1. 在電化學中，熱力學自由能 (ΔG^0)、電池標準電位 (E^0_{cell})以及反應平衡常數 (K)，它們之間有個鐵三角關係，如附圖所示。請推導寫出附圖中的(甲)、(乙)、(丙)三者的關係式。(9 分)

【說明： E^0_{cell} 、 ΔG^0 及 K 為已知與既定符號，在說明與推導過程中若有使用其他符號，請加上中文說明，例如：轉移電子數 (n)】



2. 在 25°C 下，今實驗桌上有鐵片、銅片，利用此兩金屬與適當的電解質溶液組裝成一電化電池。依據上列第 1 題的推導概念，請列式並計算求出此電化電池在標準狀態下的自由能(須標示出單位)，以及此電池反應的平衡常數。(6 分)



二、 (共 6 分)

有兩杯溶液

(甲) 0.1M 100 mL $\text{H}_2\text{A}(\text{aq})$ ($K_{\text{a}1} = 1 \times 10^{-7}$, $K_{\text{a}2} = 1 \times 10^{-12}$)

(乙) 0.1M $\text{NaOH}(\text{aq})$

1. 在(甲)中需要加入多少毫升的(乙)，可使混合液 pH 值變為 11.4？(2 分)
2. 在(甲)中若加入 100 毫升的(乙)，則混合液 pH 值為何？(2 分)
3. 在(甲)中若加入 200 毫升的(乙)，則混合液 pH 值為何？(2 分)

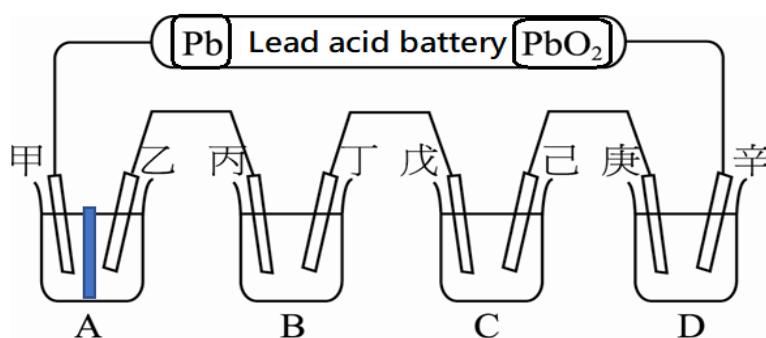
三、(共 8 分)

在 1 atm、25°C 下，利用鉛酸電池電解下列 A~D 四杯溶液，裝置如下圖。

A 為 500 mL 飽和 NaCl(aq)；B 為 $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ ；C 為 $\text{KNO}_3(\text{aq})$ ；D 為

$\text{CuSO}_4(\text{aq})$ ，B、C、D 溶液的濃度與體積皆為

1.0 M、500 mL。裝置中甲~己電極皆使用碳棒，電極庚與辛為銅片，A 杯溶液中間處有一離子交換隔膜。回答下列各題：(Pb=207、Cu=64、K=39、Cl=35.5、S=32、O=16、N=14)



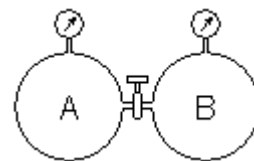
1. 反應一開始可觀察到電極甲~辛，哪幾個電極附近會有氣泡產生？(2 分)
2. 寫出乙、戊兩個電極發生的半反應式。(2 分)
3. 電解一段時間後，B 溶液和 C 溶液的 pH 值如何變化？(以增加、減少、不變回答)(2 分)
4. 這個實驗裝置電流 0.5 A、通電時間 14475 秒，則此鉛酸電池的負極重量「增加」或「減少」多少克？(2 分)

四、(共 6 分)

定溫下，有 A、B 兩等體積之容器。活門未開啟前，

A 及 B 球之壓力分別為

$P_{A0}=0.60 \text{ atm}$ 及 $P_{B0}=0.70 \text{ atm}$ ，請回答下列問題。



1. 若 A 球中含有少量揮發性液體， $P_{A0}=0.60 \text{ atm}$ 為其飽和蒸氣壓。B 球中所盛者為氮氣， $P_{B0}=0.70 \text{ atm}$ 。在活門開啟，再度達成平衡後，仍見有少量液體殘留於球中，此時容器內總壓變為多少？(2 分)
2. 溫度維持在 1260K ，若 A 球中所盛者為 H_2 ($P_{A0}=0.60 \text{ atm}$)，B 球中所盛者為 H_2 、 CO 、 CO_2 及 H_2O 之混合氣體($P_{B0}=0.70 \text{ atm}$)。下列反應達平衡： $\text{H}_2(\text{g})+\text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g})+\text{CO}(\text{g})$ ， $K_p=\frac{P_{\text{H}_2\text{O}}P_{\text{CO}}}{P_{\text{H}_2}P_{\text{CO}_2}}=1.60$ ，則活門開啟後，再次達平衡時，容器內總壓變為多少？(2 分)
3. 若 A 球中所盛者為 CO ($P_{A0}=0.60 \text{ atm}$)，B 球中所盛者為 Cl_2 ($P_{B0}=0.70 \text{ atm}$)。當活門開啟後，下列反應達平衡： $\text{COCl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g})+\text{Cl}_2(\text{g})$ ， $K_p=\frac{P_{\text{CO}}P_{\text{Cl}_2}}{P_{\text{COCl}_2}}=0.02 \text{ atm}$ ，則於活門開啟後，再次達平衡時，容器內總壓變為多少？(2 分)

五、(共 6 分)

1. 請寫出黃金溶於王水之氧化半反應及還原半反應，並說明為何黃金無法單獨溶解於硝酸或鹽酸中，卻可溶解於王水中。(3 分)
2. 試畫圖說明，教學時 TiO_2 奈米光觸媒消毒殺菌時的過程機制，包括光的角色，相關反應及殺菌原理。(3 分)

六、(共 4 分)

室溫 20°C 時，用燒杯稱取氫氧化鈉（式量 = 40）固體 2.0 克，然後在燒杯沒有絕熱的情況下，加入 20°C 的水 50 克，使氫氧化鈉溶解，並測定溫度（假設在實驗的過程中，熱量的散失速率一定）。每隔 60 秒測定溶液溫度，記錄如下表所示：

時間(秒)	0	60	120	180	240	300	360	480
溫度($^{\circ}\text{C}$)	20.0	25.3	28.0	28.8	28.6	28.0	27.4	26.2

1. 如果此實驗在絕熱條件下進行，則氫氧化鈉溶解過程中，溫度最多升高多少 $^{\circ}\text{C}$ ？(2 分)
2. 假設此溶液的比熱為 4.2 （焦耳/克 $^{\circ}\text{C}$ ），而攪拌所導致的熱量變化可以忽視，求氫氧化鈉的莫耳溶解熱。(2 分)

七、(4 分)

利用玻恩-哈伯循環，從氯化鈉的標準莫耳生成熱及其他相關熱化學反應式，導出氯化鈉的晶格能。

須註明每一個反應式其能量變化之名稱。

八、(共 7 分)

溶液與其溶劑在相同的大氣壓力下，兩者之沸點、凝固點的數值並不相同，請回答下列問題：

1. 沸點與當時環境的大氣壓有何關係？教學上如何引導學生理解。(2 分)
2. 寫出凝固點下降的公式，說明溶液凝固的過程中，為何溶液的溫度會持續下降。(2 分)
3. 寫出沸點上升的公式，試由拉午耳定律導出沸點上升度數公式，並說明此公式之適用範圍。(3 分)

九、(共 7 分)

依據配位基場論 (Ligand Field Theory) 預測下列化合物的性質：

1. 中心離子的價電子自旋方式是高自旋 (High Spin) 還是低自旋 (Low Spin) ?

(2 分, 全對才給分)

(a) $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ (b) $[\text{FeBr}_6]^{3-}$ (c) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ (d) $[\text{Cr}(\text{CO})_6]^{3+}$ (e) $[\text{PtCl}_6]^{2-}$

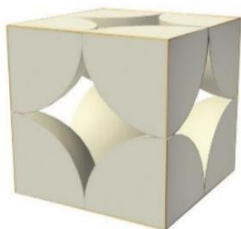
2. 錯合物的配位形狀是平面四邊形或是正四面體形? (2 分, 全對才給分)

(a) $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ (b) $[\text{NiCl}_4]^{2-}$ (c) $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ (d) $\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2$ (e) $[\text{CoCl}_4]^{2-}$

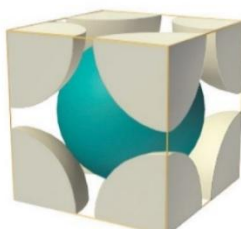
3. 以 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 及 $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ 為例, 說明中心金屬混成軌域。(3 分)

十、(共 8 分)

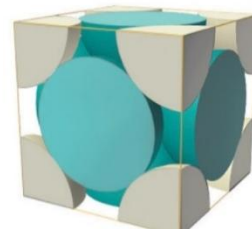
下列是相同原子堆積所構成的三種常見單位晶格的模型



簡單立方



體心立方



面心立方

回答下列問題：

1. 寫出表格中(a)~(d)的數值, 及(e)~(f)的關係式(3 分)

單位晶格堆積方式	簡單立方	體心立方	面心立方
單位晶格內的原子數		(a)	(b)
配位數	(c)	(d)	
原子半徑(r)與單位晶格邊長(l)的關係		(e)	(f)
原子體積在單位晶格空間中所佔的體積百分比			(g)

2. 假設原子為實心球體, 列式說明推導表格中(g)的數值為多少? (2 分)

3. 在 NaCl 晶體堆積中, 假設離子為實心球體, 且 Na^+ 與 Cl^- 完全相切, 列式推導說明為什麼 Na^+ 與 Cl^- 離子半徑的比值介於 0.414 與 0.732 之間? (3 分)

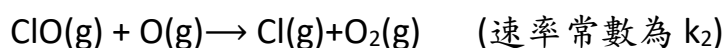
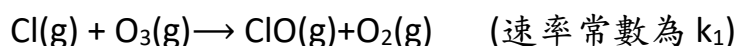
十一、(共 6 分)

依據 VSEPR 學說，預測下列分子或離子的形狀，及其中心原子的混成軌域、孤電子對 (lp) 數目。

化學式	分子或離子 形狀	中心原子 混成軌域	中心原子 孤電子對 (lp) 數目
PCl_4^+			
BrF_3			
H_2S			
XeF_4			

十二、(共 4 分)

下列反應是氯原子與大氣層中的臭氧的反應，其反應機構包含兩個基本步驟：



回答下列問題：

1. 寫出全反應方程式(1 分)
2. 寫出中間產物(1 分)
3. 分別寫出兩個基本步驟的速率定律式(2 分)

十三、(共 4 分)

依據下文回答問題：

This means of determining activation energy was first suggested in 1889 by Svante Arrhenius and is therefore called an **Arrhenius plot**. This method uses the logarithm of the **rate constant, k** , to plot against temperature. Arrhenius plot for the reaction $2\text{HI} \rightarrow \text{H}_2 + \text{I}_2$ is shown in Figure1. From its slope we can determine **activation energy, $E^\ddagger$** .

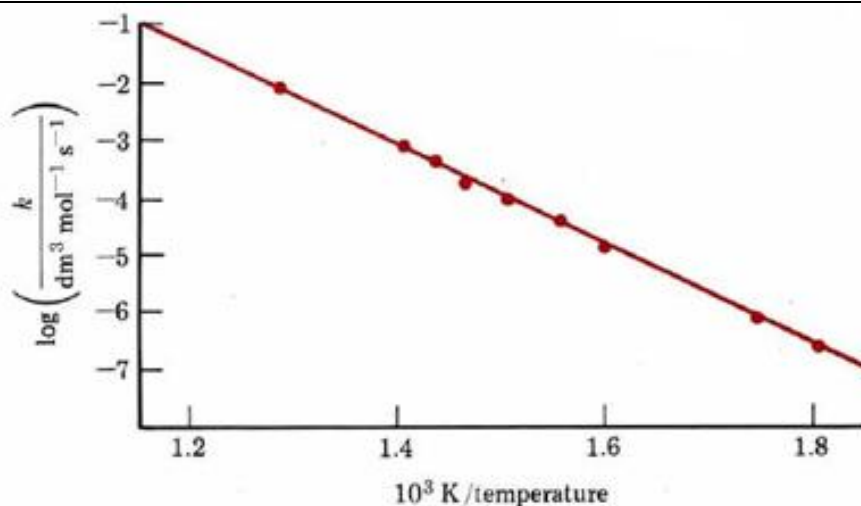


Figure 1: Arrhenius plot for the reaction $2\text{HI} \rightarrow \text{H}_2 + \text{I}_2$

From the slope of the graph an activation energy $E^\ddagger$ may be calculated.

It should be pointed out that the equations just derived for Arrhenius plots apply strictly to unimolecular and bimolecular elementary processes. If a reaction mechanism involves several steps, there is no guarantee that the same elementary process will be rate limiting at several widely different temperatures. The observed rate constant may also be a product of several constants, as in the $\text{H}_2 + \text{I}_2$ reaction. If either a different rate-limiting step or the product of constants has a different temperature dependence, then an Arrhenius plot may not be linear. This also makes it dangerous to use such a plot to predict reaction rates at temperatures quite different from the conditions under which experimental measurements were made.

The slope and y-intercept of an Arrhenius plot can be used to determine the values for the **Arrhenius Equation**.

$$k = Ae^{\frac{-E_a}{RT}}$$

where A is called the frequency factor, E_a is the activation energy, R is the gas law constant and T is the temperature in Kelvin. The frequency factor value depends on how often molecules collide and how orientation of the molecules is related to the reaction. A benefit of the Arrhenius equation is that it gives a direct method for computing the dependence of the rate constant, k , on temperature.

1. 依據內文，寫出阿瑞尼士作圖(Arrhenius plot)所依據的反應機構是哪些類型的基本反應？(2 分)
2. 依據內文，什麼情況會使阿瑞尼士作圖可能無法呈現線性關係？(2 分)

十四、(共 5 分)

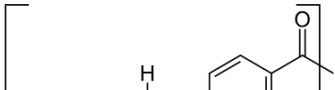
寫出下列反應之主要產物，以化學式回答。

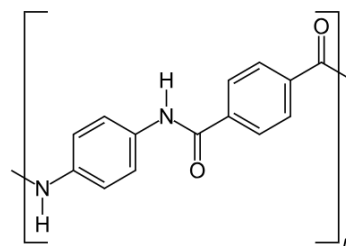
1. 加熱碳酸鈣和焦炭，產生一氧化碳、二氧化碳及固體產物，請寫出該固體與水反應之氣體化學式。
2. 赤血鹽溶液與硫酸亞鐵溶液混合產生的沉澱。
3. 丙炔與硫酸汞、硫酸溶液反應後之有機產物。
4. 酸化硝酸鐵溶液與硫氰酸鉀溶液形成之有色物質。
5. 柳酸與乙酐在濃硫酸催化後之酯化反應產物。(以結構式回答)

十五、(共 12 分)

1. 寫出下列有機物與中性 $\text{KMnO}_4(\text{aq})$ 反應後，再經酸化的主要產物之結構與中文系統命名。(6 分)

(a)	(b)	(c)
2-甲基-2-戊烯		

2. 將(R)-2-溴丁烷與強鹼 OH^- 進行 $\text{S}_{\text{N}}2$ 取代反應，回答下列問題：
- (a) 主要產物的中文系統命名為何？(1 分)
- (b) 主要產物結構是 R-form 或是 S-form？(1 分)
3. 將 2-溴-3-甲基戊烷與 KOH 進行 $\text{E}2$ 消去反應，回答下列問題：
- (a) 主要產物的中文系統命名為何？(1 分)
- (b) 若以 $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{Br}$ 代表 2-溴-3-甲基戊烷， r 表示反應速率，則此反應的速率定律式為何？(1 分)
4. 克維拉(Kevlar)可做為防彈衣材料，結構如右圖，由兩種單體聚合製成，請畫出單體結構式。(2 分)
- 



十六、(共 8 分)

混合題，不用列出計算或推導過程：

1. 已知甲、乙、丙、丁、戊為原子序依序增加之 5 種不為鈍氣之主族元素，其最大原子序不超過 18。其中甲、戊在常溫下為氣態，元素乙之原子，其最外層電子數為其總電子層數的 2 倍，元素丙之半徑在同週期中最大，元素丁之合金是日常生活中常見的材料。寫出甲、乙、丙、戊元素符號。(4 分)
2. 固體甲（莫耳質量 252 g/mol）為含金屬 X 的橙色離子化合物，1 莫耳甲完全溶解於水時，溶液呈現橙色，且產生 2 莫耳陽離子及 1 莫耳陰離子。將過量氫氧化鈉溶液，加入上述的水溶液中，溶液變為黃色，同時產生刺鼻氣味。1 莫耳固體甲，受熱完全分解後，產生 1 莫耳產物乙（莫耳質量 152 g/mol）、1 莫耳氣體產物丙（莫耳質量 28 g/mol）及氣體產物丁（莫耳質量 18 g/mol）。剛反應完成瞬間，產物丁的體積為產物丙的 4 倍。其中，產物乙為化學式 X_2O_3 的綠色固體；產物丙為無色雙原子氣體，為空氣中含量最多的氣體，且可與鎂帶進行反應；產物丁生成時為氣態，但在常溫常壓下為無色液體、可使白色硫酸銅固體變為藍色。
根據上面敘述，寫出固體甲分解的反應式。(2 分)
3. 已知 $HCOOH$ 與 CH_3COOH 的 K_a 分別為 1.8×10^{-4} 與 1.8×10^{-5} 。實驗桌上有 4 杯水溶液，濃度均為 0.1M，分別為(1) CH_3COOH 、(2) CH_3COONa 、(3) $HCOOH$ 與(4) $HCOONa$ 。若將等體積(1)與(2)混合得溶液甲，等體積(1)與(3)混合得溶液乙，等體積(1)與(4)混合得溶液丙，則溶液甲、乙與丙中 $[CH_3COOH]$ 由大至小的順序為何？並請說明課堂上如何教學。(2 分)

參考答案

題號		答題區			
一、 (共 15 分)	1. (9 分)	(甲)關係式： $\Delta G^0 = -RT\ln K$ (乙)關係式： $E^0_{\text{cell}} = (RT/nF) \ln K$ (丙)關係式： $\Delta G^0 = -nFE^0_{\text{cell}}$			
	2. (6 分)	$-1.51 \times 10^5 (\text{J})$ $K = 2.94 \times 10^{26}$			
二、 (共 6 分)	1. (2 分)	120mL			
	2. (2 分)	pH=9.5			
	3. (2 分)	pH=12.14			
三、 (共 8 分)	1. (2 分)	甲 乙 丙 丁 戊 己			
	2. (2 分)	乙： $2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^-$ 戊： $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$			
	3. (2 分)	B 溶液：減少		C 溶液：不變	
	4. (2 分)	增加 3.6 克			
四、 (共 6 分)	1. (2 分)	0.95atm			
	2. (2 分)	0.65atm			
	3. (2 分)	0.40atm			
五、 (共 6 分)	1. (3 分)	氧化半反應： $\text{Au}(\text{s}) + 4\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AuCl}_4^-(\text{aq}) + 3\text{e}^-$ 還原半反應： $\text{NO}_3^-(\text{aq}) + 3\text{e}^- + 4\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{NO}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$			
	2. (3 分)	略			
六、 (共 4 分)	1. (2 分)	11°C			
	2. (2 分)	48kJ/mol			
七、 (共 4 分)		略			
八、 (共 7 分)	1. (2 分)	略			
	2. (2 分)	略			
	3. (3 分)	略			
九、 (共 7 分)	1. (2 分)		高自旋 (High Spin)		低自旋 (Low Spin)
		答案	ab		cde
	2. (2 分)		平面四邊形		四面體
		答案	cd		abe
	3. (3 分)	$[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 為 sp^3 $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ 為 dsp^2			

十、 (共 8 分)	1. (3 分)		題號	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	
			答案	2	4	6	8	$\sqrt{3} \text{ l} = 4\text{r}$	$\sqrt{2} \text{ l} = 4\text{r}$	
	2. (2 分)	74%								
	3. (3 分)	略								
十一、 (共 6 分)			化學式	分子或離子 形狀		中心原子 混成軌域		中心原子 孤電子對 (lp) 數目		
			PCl_4^+	四面體		sp^3		0		
			BrF_3	T 型		dsp^3		2		
			H_2S	彎曲		sp^3		2		
			XeF_4	平面四邊形		d^2sp^3		2		
十二、 (共 4 分)	1. (1 分)	$\text{O}_3 + \text{O} \rightarrow 2\text{O}_2$								
	2. (1 分)	ClO								
	3. (2 分)	$r_1 = k_1[\text{Cl}][\text{O}_3]$, $r_2 = k_2[\text{ClO}][\text{O}]$								
十三、 (共 4 分)	1. (2 分)	略								
	2. (2 分)	略								
十四、 (共 5 分)	1. (1 分)	C_2H_2								
	2. (1 分)	$\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$								
	3. (1 分)	CH_3COCH_3								
	4. (1 分)	$[\text{FeSCN}]^{2+}$								
	5. (1 分)	略								
十五、 (共 12 分)	1. (6 分)	(a) 2-甲基-2,3-戊二醇 或 2,3-二羥基-2-甲基戊烷				(b) m-硝基苯甲酸 或 3-硝基苯甲酸		(c) p-第三丁基苯甲酸 或 4-第三丁基苯甲酸		
	2. (2 分)	(a) 2-丁醇					(b) S-form			
	3. (2 分)	(a) 3-甲基-2-戊烯					(b) $r = k[\text{C}_6\text{H}_{13}\text{Br}][\text{OH}^-]$			
	4. (2 分)	略								
十六、 (共 8 分)	1. (4 分)	甲：H			乙：C		丙：Na		戊：Cl	
	2. (2 分)	$(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$								
	3. (2 分)	甲 > 乙 > 丙								