

八十六學年度高級中學化學科全國能力 競賽總決賽後記

國立臺灣師範大學 化學系

一、前言

本學年度高級中學化學科全國能力競賽總決賽於 87 年 1 月 5 日至 9 日由教育部主辦，在國立臺灣師範大學化學系舉行。首日 1 月 5 日辦理報到後即展開為期五天的化學科總決賽。今年參賽總人數為 41 人。

二、競賽方式

競賽包含筆試、實驗設計與操作、以及口試。經由評審委員開會討論後決定內容及配分如下：

1. 筆試四次，每次一小時，共四小時。筆試(一)為基礎理化上下冊，筆試(二)為高中化學第二冊，筆試(三)為高中化學第一冊，筆試(四)為高中化學第三冊。各佔總成績百分之十，合計筆試佔總成績百分之四十。
2. 實驗設計與操作二次，每次二小時，共四小時；由國立臺灣師範大學化學系負責。每個實作各佔總成績百分之二十，合計實作佔總成績百分之四十。
3. 口試以分組方式進行，共分七組，每組由兩位評審委員組成，學生亦分七組輪流到各評審委員處面試，在口試的時間內每位評審委員均可面試到全體學生，口試佔總成績百分之二十。

三、專題演講

因為本項競賽係兼顧教育功能，因此除了競賽活動外，並安排了三場專題演講。非常榮幸能邀請到產官學各部的傑出博士們的參與。

專題演講(一)：行政院國家科學委員會企劃處處長，沈世宏博士，講題為『中華民國的科技宏圖』。

專題演講(二)：國立臺灣大學化學系教授，牟中原博士，講題為『大氣中的化學分子』。

專題演講(三)：臺灣石化合成股份有限公司總經理，吳澄清博士，講題為『無所不在的化學』。

四、參觀活動

口試結束後，安排學生前往新竹科學園區的同步輻射研究中心參觀。之後又到工業技術研究院，院本部參觀。此二地點一為尖端科技的研究機構，一為高科技的產業化研究機構，均能配合專題演講讓參加的學生更了解今日科技間的結合與發展。

五、成績評定

各學生的總成績分數由全體評審委員仔細核對之後，秉著公平的原則，將分數差距較大處做為各等獎的區分處，最後評定三位第一等獎，八位第二等獎，九位第三等獎，以及二十一位入選獎。得獎名單已在科學教育月刊第 206 期，第 29 頁刊登。

六、考題

為讓全國高中生都能了解此項競賽，特寫此後記並將考題及解答整理分期刊登於本刊。

八十六學年度全國高級中學化學科能力競賽

筆試 (一)

編號：_____

說明：除第 4 與第 5 題各五分外，其餘每一題均為十分。題中含有幾個小問題，請回答每一小題。

1. 某物質 A 其分子量為 80.0 可溶於乙醇，欲將重量百分率 70% 的 A 之乙醇溶液 300.0 公克，稀釋為重量百分率為 30% 的溶液(密度為 0.96)，請問需加幾克乙醇？
2. 將碳酸鈉與氯化鈉混合，加熱至 600°C 使熔融，然後以鐵或銅為正極，以石墨為負極電解；在正負極各生成何種產物？寫出反應方程式(標明在那一極產生反應)？請說明加碳酸鈉的目的地為何。
3. 過錳酸鉀 (KMnO_4) 在進行氧化反應時，若在酸性溶液中，可形成二價錳離子，在鹼性或中性溶液中，氧化力較弱，只會形成二氧化錳。寫出二半反應式及過錳酸鉀

在酸性溶液中，將二價鐵離子氧化為三價鐵離子的平衡方程式。若在 $\text{pH} = 11$ 的鹼性溶液中，做相同的實驗，會觀察到什麼現象？

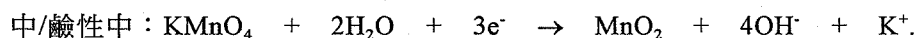
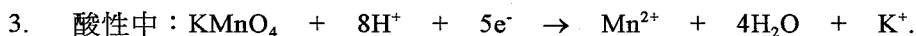
- 寫出氦(He)、氖(Ne)、鈉(Na)與鉀(K)等元素之電子組態，並解釋為何氦與氖有相近的性質，而鈉與鉀也有相近的性質，但氖與鈉性質卻完全不同。
- 氧的原子量為 16.00，硫的原子量為 32.07。為何比較輕的水，沸點為 100°C ，而比較重的硫化氫，沸點卻為 -60.8°C ，請說明。預測 CH_4 與 SiH_4 沸點何者較高。
- 在 87°C 時，1.073 克由碳氫氧三種元素組成的某氣體化合物，其體積為 1520mL，壓力為 360 mm 水銀柱(一大氣壓為 760 mm 水銀柱)。氣體常數為 $R = 0.082 \text{ L atm/K mol}$ 。計算氣體的分子量並推斷氣體的分子式。
- 一大球其直徑與一立方體的邊長相等。將這球置於立方體的中心，再將八個大小適當的小球，將其球心置於立方體的八個角上，小球與大球剛好接觸。計算小球與大球的直徑比。並計算立方體剩餘空間的百分比。
- 氧化氮(NO_x)一般是指 N_2O , NO 與 NO_2 的統稱。畫出這三個分子的路易氏結構式。何者符合八隅體說。畫出符合八隅體說的一氧化碳路易氏結構。二氧化碳除 $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ 之外，還有其他符合八隅體說的路易氏結構，畫出任一符合八隅體說的路易氏結構。
- 含 92 個質子的鈾 238 受中子撞擊後，吸收一個中子形成一物質，此物質再產生 β 粒子衰變。吸收中子後形成的物質為何？ β 粒子衰變後產生的物質應含多少質子與中子數？
- 分子式為 C_3H_6 的有機化合物有幾種，寫出其結構式。分子式為 $\text{Co}(\text{en})_2\text{Cl}_2$ 的無機化合物有幾種(en 為雙芽配位基 $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ 的縮寫)，寫出所有的結構式。 $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$ 有幾種異構物？寫出其結構式。
- 五百億個氮分子與九百億個氫分子反應，若完全反應則應生成幾個氨分子？那一種分子有剩餘？剩餘若干？氮的原子量為 14.0。生成氨分子的重量為幾克？

筆試 (一) 解答

- 400 公克
- 負極： $\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}$
正極： $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2\uparrow + 2\text{e}^-$

負極 (陰極) 產生金屬。

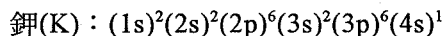
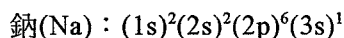
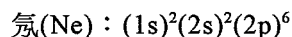
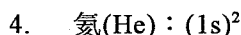
正極 (陽極) 產生氯氣。



酸性中和 Fe^{2+} 之反應：



若在 pH 11 之鹼性溶液中中和 Fe^{2+} 反應則會產生 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 之沉澱。



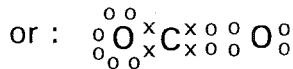
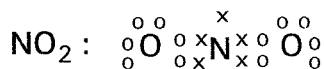
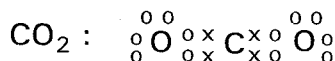
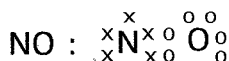
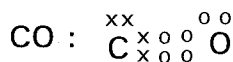
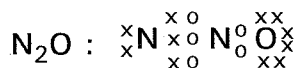
5. 因 H_2O 中有氫鍵存在，而 H_2S 中沒有氫鍵，故 H_2O 沸點較高。

CH_4 沸點較低， SiH_4 沸點較高，因二者均無氫鍵，故只藉凡得瓦爾力作用。

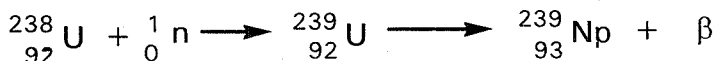
6. 分子量為 40，分子式為 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ 。

7. $r_{\text{小}} = 0.73 r_{\text{大}}$ ；剩餘空間為 27%。

8.

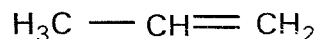


9.

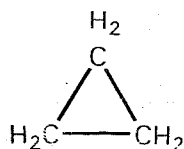


Np 質子數為 93 個，中子數為 146 個。

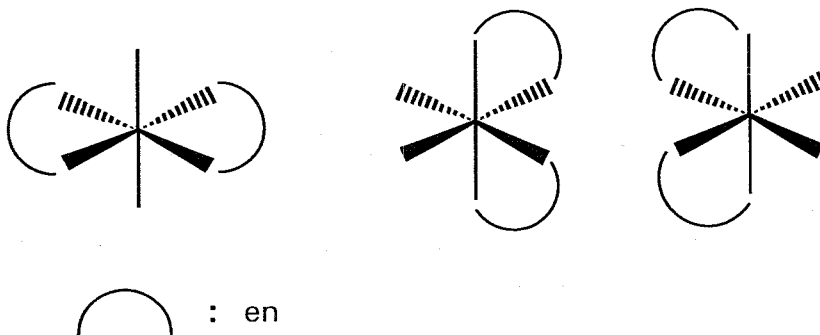
10. C_3H_6 ：兩種



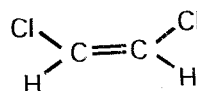
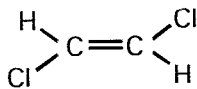
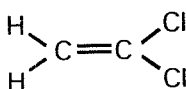
或



$\text{Co(en)}_2\text{Cl}_2$: 三種



$\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$: 三種



11. 產生六百億個氨分子；剩下氮分子二百億個；生成氨分子的重量為 1.7×10^{-12} 克。

筆試(二)

編號：_____

說明：請將答案按照(A)，(B)，(C).....的順序填入答案卷中指定的位置。

1. 某 A 溶液與 B 溶液反應。A 溶液為 $\text{KIO}_3(\text{aq})$ ，今配製 0.05M 200mL；B 溶液為 $\text{NaHSO}_3(\text{aq})$ ，配製 0.01M 500mL。回答下列問題：

(a). 取 A 溶液 5mL，B 溶液 100mL，共同倒入含有少許澱粉的 200mL 燒杯中，開始反應，經過一段時間靜置後，觀察其顏色為 (A)？試寫出該反應的反應方程式 (B)？

(b). 分別重新取 A 溶液 10mL，加水配製成(1) 25mL，(2) 31.2mL，(3) 41.6mL，(4) 62.6mL，(5) 125mL；再各取 10mL 分別與等量 10mL 的 B 溶液加入含有少許澱粉的 100mL 燒杯中反應，觀察其變色時間的實驗數據如下：(室溫 25°C)

試畫出 $\ln(\text{反應速率})$ 與 $\ln[\text{A}]$ 溶液的濃度關係圖。(畫在方格紙上)

由 b.步驟配製的 5 種 A 溶液取用量	B 溶液的 mL 數	變色所需時間(sec)
(1) 10mL	10mL	8
(2) 10mL	10mL	9
(3) 10mL	10mL	13
(4) 10mL	10mL	20
(5) 10mL	10mL	55

- (c). 若反應速率定律式(R)，寫成 $R = k'[\text{A}]^n$ ，試求 $n = \underline{(C)}$ ， $k' = \underline{(D)}$

- (d). 重新分別再取 A 溶液(0.05M) 10mL, B 溶液 10mL, 做不同溫度的反應速率研究得出數據如下, 試畫出反應速率與反應溫度的關係圖, 以便求出下一題的活化能。(畫在方格紙上)

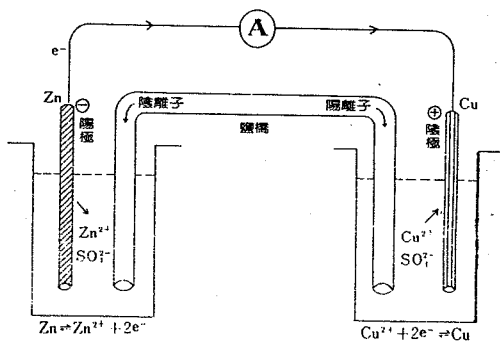
反應溫度(°C)	反應時間(sec)
5	30
10	24
20	20
25	19
30	17

- (e). 試由該圖配合阿瑞尼士關係式, 反應速率常數 $k' = e^{-E_a/RT}$ (其中 E_a 為活化能, R 為氣體常數 $R=2 \text{ cal/mol K}$, T 為絕對溫度), 求出該反應的活化能為 (E) cal/mol。
2. 將 $\text{PbCl}_{2(s)}$ 5.0g 溶於 100mL 水中成過飽和溶液, 再將過剩的 $\text{PbCl}_{2(s)}$ 濾出得 4.2 g, 取此飽和溶液 $\text{PbCl}_{2(aq)}$ 20mL, 加入 2 滴 K_2CrO_4 (0.10M), 用 0.10M $\text{AgNO}_{3(aq)}$ 去滴定, 用去 $\text{AgNO}_{3(aq)}$ 11.8mL。由以上實驗數據可以用兩種方法去計算 $\text{PbCl}_{2(s)}$ 在水溶液中的 K_{sp} , 其值分別為 (F), (G)。(Pb=207, Cl=35.5)
3. 試計算由 100mL 0.1M CH_3COOH , 和 100mL 0.1M CH_3COONa 配成之緩衝液的 pH = (H) (乙酸的 $K_a = 1.75 \times 10^{-5}$)。又上述緩衝液中若不小心滴入強酸 2M HCl 0.5mL, 其 pH 值為 (I)。
4. 取市面上售的胃酸劑片(俾胃壯)一粒 0.53g, 先加入 0.10N 的 HCl 70mL, 並加以攪拌煮沸(約三分鐘), 再以 0.1N NaOH 滴定, 以酚太當指示劑, 達終點時共滴入 NaOH 34.0 mL。該做法是用來測定該胃酸劑片的制酸量, 試問
- (a). 為何要先加入 0.1N HCl 及加熱, 其優點何在 (J)?
- (b). 該胃酸劑片中含鹼量多少莫耳 (K)?
5. 試寫出並平衡下列方程式
- (a). 鎂帶在氮氣中燃燒後, 其產物若遇水, 會產生具有刺激臭味的氣體。
- (b). 在一燒瓶中加入二鉻酸鉀溶液、乙醇及濃硫酸, 再使用水浴法加熱, 可能會產生兩種不同的有機產物, 利用蒸餾法可得一種產物 (X) 移出至裝冰水燒杯的試管中, 試寫出產生 X 產物的離子反應方程式。
- (c). 將過錳酸鉀加入鹽酸中的反應。
- (d). 一般市售鹼性 (含 KOH) 乾電池的化學反應。
- (e). 銹蝕的鋼鐵以鹽酸浸泡, 可以立即除銹的化學反應。
6. 在 25°C 時, 若鋅、銅伏打電池的標準電位為 1.10V,

- (a) 試畫出該正負極結構圖，包括電極、離子溶液及濃度、鹽橋內含物及正負極半反應方程式。
- (b) 若該電池，正、負極溶液各 1.0L，以平均輸出電流 1 安培，使用時間 1 小時，試問此時正極中該金屬離子溶液的濃度為若干 (L)?
6. 有一混合物含 ZnS 與 FeS 共 6.12g，將其與足量的濃鹽酸反應，結果在 23°C, 745mmHg 下，得到 1.65L 的硫化氫氣體，試問該混合物中含 ZnS 的百分比為多少 (M)? (Zn=65, Fe=56, S=32)

筆試 (二) 解答

- (A) 2% 無 (B) 3% $\text{IO}_3^- + 3\text{HSO}_3^- \rightarrow \text{I}^- + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}^+$
- (C) 5% 1 (D) 5% 6.39×10^{-2} (E) 5% 3571
- (F) 5% 9.53×10^{-5} (G) 5% 1.03×10^{-4} (H) 5% 4.76
- (I) 5% 4.67
- (J) 5% ①胃酸劑片為弱鹼性物質，先加入過量的酸使之酸化，再用反滴定技巧，使滴定終點易觀察，並提高滴量的準確度。 a②加熱是為为了提高反應速率，並且趕出 $\text{CO}_{2(g)}$ 使 CO_3^{2-} 不再水解影響滴定。
- (K) 5% 0.0036 (L) 5% 0.98 (M) 5% 45.1%
5. 3% (a) $\text{Mg}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_3$
- 3% (b) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{C}_2\text{H}_6\text{O} + 8\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{C}_2\text{H}_4\text{O} + 7\text{H}_2\text{O}$
- 3% (c) $2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ + 10\text{Cl}^- \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$
- 3% (d) $\text{Zn} + 2\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{Mn}_2\text{O}_3$
- 3% (e) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
7. 5% (a)



此圖出處為
高級中學化學(二)
P. 60

筆試 (三)

編號：_____

1. 轟動一時，造成重大傷亡的美國奧克拉荷馬市的聯邦大樓爆炸案，兩名兇嫌是用他們合法購買的肥料來製造炸彈的，請問他們買的是何種肥料？

【答：硝酸銨， NH_4NO_3 】

2. 最近全球氣候發生許多極端異常的情形，造成嚴重的生命、財物與農作物的損失，被稱之為聖嬰現象(ElNino)。氣象學家認為這是全球溫室效應的後果之一。請問是何種物質造成溫室效應？它的來源為何？

【答：二氧化碳；交通工具（內燃機）、燃燒化石燃料等】

3. 市面上最近推出一種新型的臭氧洗衣機，請問洗衣機使用臭氧的目的為何？

【答：殺菌】

4. 水的密度在 4°C 時最大。請問為何此性質對寒冷地區水中生物過冬極為重要？

【答：當氣溫下降時，湖面密度較大的水以對流方式，沉至湖底。反之，密度較小的水或冰以對流方式上浮。此過程循環進行，使溶氧和營養素因而均勻分佈於湖水中。在底層的水溫為 4°C ，讓水中生物不致凍死。】

5. 製造原子彈時，需要將含量極少的鈾-235 同位素 (^{235}U , 0.7%) 與含量極高的鈾-238 同位素 (^{238}U , 99.3%) 分離，以取得濃縮鈾。一般的方法是將鈾先製備成具揮發性的六氟化鈾 (UF_6 , 沸點 56°C)，再進行分離的工作。請問他們是利用何種方法來分離 $^{235}\text{UF}_6$ 和 $^{238}\text{UF}_6$ ？

【答：由於 $^{235}\text{UF}_6$ 和 $^{238}\text{UF}_6$ 的分子量有些許的不同，造成它們的擴散速率不同，它們擴散速率的比值為：

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} \Rightarrow \frac{r_{235}}{r_{238}} = \sqrt{\frac{352.04}{349.03}} = 1.0043$$

每次它們由一個小房間(chamber)經由一個多孔的障礙擴散至另一個小房間時，分子量較小的 $^{235}\text{UF}_6$ 會較分子量較大的 $^{238}\text{UF}_6$ 通過得稍多一些。因此每一次的擴散會使得 $^{235}\text{UF}_6$ 的相對含量增加少許，當經過數千次的擴散濃縮，就可以得到幾乎完全的分離。】

6. 請預測下列氧化物是酸性、鹼性、兩性(amphoteric)或中性：

(a)CO (b)CO₂ (c)CaO (d)Al₂O₃

【答：(中性) (酸性) (鹼性) (兩性)】

7. 請寫出氫的三個同位素的名字及元素符號。

【答： ^1_1H ，氕（讀撇ㄉ一卅）； ^2_1H ，氘； ^3_1H ，氚】

8. 當氫氣(H_2)與溴(Br_2)反應時會產生一氣態產物，其組成(composition)保持固定，不隨反應時氫或溴的相對反應不同而改變。請問如何用道耳吞(Dalton)的原子學說來解釋此現象？這結果可以證明那一個定律(law)？

【答：因為氫與溴以一定的比例結合成化合物，所以兩者中的任何一個過量的均無法改變產物的組成。 \Rightarrow 定比定律】

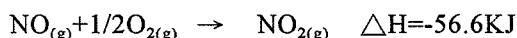
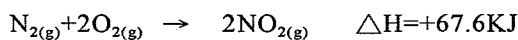
9. 當鐵器生鏽時，它的質量增加；但當火柴燃燒時質量減少。請問結果是否違反了「質量守恆定律？」

【答：鐵與火柴均與空氣中的氧反應。但鐵鏽是氧化鐵，它的質量是鐵與氧的總和。但火柴燃燒時產生的二氧化碳與水蒸氣立刻擴散到空氣中而消失，能看到的僅為燃燒後的灰燼。 \Rightarrow 不違反質量守恆定律】

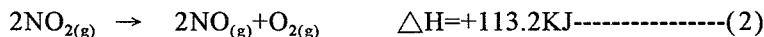
10. 已知氯(Cl_2)與氟(F_2)均為雙原分子的氣體。當一體積的氯氣與三體積的氟氣反應會生成兩體積的產物（所有氣體的體積均在同溫同壓下測得）。請寫出平衡的反應式？

【答： $Cl_2 + 3F_2 \rightarrow 2ClF_3$ 】

11. 已知下列的反應熱：



請計算 $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{(g)}$ 的反應熱？



12. 請解釋為何氣體的壓縮性(compressibility，體積隨壓力的變化而改變之性質)較液體或固體大許多？

【答：因為氣體所佔有的體積中大部分是空的，但液體或固體中，分子與分子緊密相連。】

13. 在一定溫度下，一定量的某氣體的體積由 100mL 膨脹到 250mL。若最初的壓力是 500mmHg，請問最後的壓力是多少？

【答： $P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow (500)(100) = P_2(250)$ 所以 $P_2 = 200 \text{ mmHg}$ 】

14. 一個充滿氫氣的氣球是一種只可讓非常小的分子通過的橡膠所製成。若將此氣球放入一個僅含有氦氣的密閉容器中，請問此氣球的體積會有什麼變化？

【答：氣球體積會變大。因為 $H_2(M=2 \text{ g/mol})$ 的分子量是 $He(M=4 \text{ g/mol})$ 的一半，所以

氫氣穿透氣球壁滲入氣球的速度大於氮氣滲出的速度】

15. 一個含有 66.0 克丙酮(C₃H₆O)和 46.0 克水(H₂O)的溶液，其密度為 0.926g/mL。請計算
(a)重量百分比(b)莫耳分率(c)丙酮的體積莫耳濃度(M)(d)水的重量莫耳濃度(m)？

答：(a)重量百分比

$$\% \text{acetone} = [66.0 / (66.0 + 46.0)] \times 100\% = 58.93\%$$

$$\% \text{H}_2\text{O} = [46.0 / (66.0 + 46.0)] \times 100\% = 41.07\%$$

(b)莫耳分率

$$\text{mol of acetone} = 66.0 / 58.08 = 1.136;$$

$$\text{mol of H}_2\text{O} = 46.0 / 18.03 = 2.551$$

$$X_{\text{acetone}} = 1.136 / (1.136 + 2.551) = 0.308$$

$$X_{\text{H}_2\text{O}} = 2.551 / (1.136 + 2.551) = 0.692$$

(c)丙酮的體積莫耳濃度

$$\text{volume of the solution} = (66.0 + 46.0) / 0.926 = 120.95 \text{ mL}$$

$$M(\text{acetone}) = 1.136 / 0.12095 = 9.395 \text{ M}$$

(d)水的重量莫耳濃度

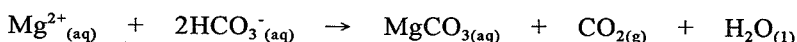
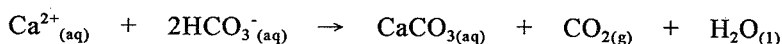
$$m(\text{H}_2\text{O}) = 2.551 / 0.066 = 38.65 \text{ m}$$

16. 為什麼水的「溶氧量」是水質好壞的一個重要指標？

【答：因為高溶氧量可以供給需氧菌對水沖的有機物質進行生物分解(biodegradation); 水中缺氧表示水中有許多需要氧氣來進行分解的有機物或其他污染物太多。因為大多數的水污染物是需氧廢料（其主要來源是家庭污水和工廠的有機廢水），這類污染物會引起細菌繁殖。細菌在污染中分解廢料需要消耗氧氣（其消耗的氧之總量稱為生化需氧量，BOD）。所以需氧量愈多表示污染愈嚴重】

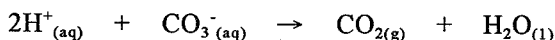
17. 家中用的開飲機，使用一段時間後會在熱水膽中生成一層鍋垢，請問它是如何生成的？對開飲機有何影響？如何能將其清洗乾淨？

答：(1)硬水的鈣離子或鎂離子和水中的碳酸根離子加熱時，會產生碳酸鈣或碳酸鎂的沉澱。



(2)鍋垢會降低熱傳導，影響開飲機加熱速度，增加能源消耗。

(3)使用食醋浸泡，醋中的氫離子會與碳酸鈣或碳酸鎂的碳酸根離子反應產生二氧化碳和水，而將鍋垢清除。



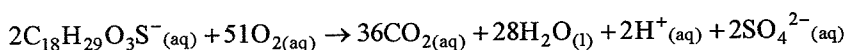
18. 為什麼鹹豆漿蛋花形，但甜豆漿則不會？

答：膠體溶液中加入少許電解質，則膠質粒子所帶的電荷立即被電性相反的離子中和

而凝聚析出。豆漿是一種膠體懸浮溶液，所以加入電解質的食醋後達等電點而膠質凝聚，就會形成蛋花狀。但糖是非電解質，所以豆漿仍可維持膠體溶液。

19. 大部份的清潔劑含有下列的烷苯磺酸鹽：

假設此分子依下列反應式進行需氧分解(aerobic decomposition):



若每 100L 的水中溶有 1.0 克的烷苯磺酸鹽，請問需要多少克的氧才能分解它？

【答：MW of $\text{C}_{18}\text{H}_{29}\text{O}_3\text{S}^{-}$ = 325.50 \Rightarrow 鹽的莫耳數 = $1.0/325.5 = 3.07 \times 10^{-3}$

需氧的莫耳數 = $(3.07 \times 10^{-3}) / (51/2) = 7.83 \times 10^{-2}$

需氧的克數 = $(7.83 \times 10^{-2}) \times 31.999 = 2.507\text{g}$ 】

筆試 (四)

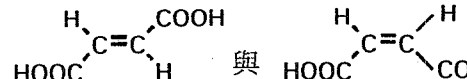
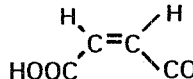
編號：_____

說明：選擇題和填充題之答案請寫在本試題上，問答題之答案請寫在答案紙上。

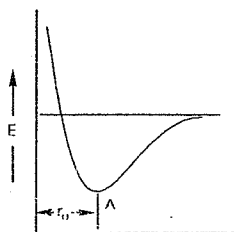
一、選擇題：20%

(B)1. 以下那一個元素之電子親和力(能)為負值？A. 鈹；B. 碳；C. 氮；D. 氖。

(B)2. 在乙炔 $\text{HC}\equiv\text{CH}$ 中，兩個 π 鍵必互相 a. 平行；B. 垂直；C. 重疊；D. 不一定。

(D)3.  與  為幾何異構物，兩者之 A. 物理性質相同，化學性質相異；B. 物理性質相異，化學性質相同；C. 物理性質與化學性質均相同；D. 物理性質與化學性質均相異。

(D)4. 晶體格子能(crystal lattice energy)乃 A. 一莫耳液態正離子和一莫耳液態；B. 一莫耳液態正離子和一莫耳氣態負離子；C. 一莫耳氣態正離子和一莫耳液態負離子；D. 一莫耳氣態正離子和一莫耳氣態負離子形成一莫耳晶體所析出之能量。



- (C)5.上圖為共價鍵雙原子分子之位能圖，A 點為特殊點，它所代表的物理意義和化學意義是：A.位能最高，鍵結最強；B.位能最高，鍵結最弱；C.位態最低，鍵結最強；D.位能最低，鍵結最弱。
- (B)6.礬類不但組成相似，其晶形亦相同，此類物質稱之為：A.同位素；B.同形體；C.同素異形體；D. 同分異構物。
- (B)7.紅寶石為含 A.氧化鐵；B.氧化鉻；C.氧化鈦；D. 不含雜質之氧化鋁。
- (D)8.氧與硫為同族元素，但硫之化學鍵結具多樣性而氧則否，此主要由於：A.硫之主量子數較大；B.硫之電負變較小；C.硫之游離態較小；D.硫之 d 軌域參與鍵結。
- (A)9.以下那些離子之最外層電子不具 $ns^2 np^6$ 組態：A. Cu^+ ；B. Cl^- ；C. O^{2-} ；D. Ca^{2+} 。
- (C)10.巴耳麥系光譜為最先發現之氫原子光譜，其第一條明線光譜是由：A.主量子數 21 所放能量之光譜；B.主量子數 3 到 1 所放出能量之光譜；C.主量子數 3 到 2 所放出能量之光譜 D.主量子數 4 到 2 所放出能量之光譜。

二、填空題：40%

1. NF_3 之分子偶極矩 $\mu \neq 0$ ，而 BF_3 之 $\mu = 0$ ，此由於前者屬於（金字塔）形狀，而後者屬於（平面三角）形狀之故。
2. 分子鍵除了可由 S 軌域與 S 軌域形成之外，尚包括(s/p)以及(p/p)所形成之 σ 鍵。
3. 凡得瓦力包括分散力，(偶極-偶極)力和(偶極-誘導偶極)力三大類。
4. 一晶體正負離子半徑比(r^+/r^-)為 0.414,該晶體之幾何形狀可能為（平面四邊形）或（八面體）。
5. 濃硫酸中通入三氧化硫則形成（焦硫酸，又稱發煙硫酸），硫酸鈉與硫共煮則生成（硫代硫酸鈉，又稱海波）。
6. 銅與濃硝酸作用，則生成(NO_2)氣體，銅與稀硝酸作用，則生(NO)氣體。
7. (斜方)硫是以(S_8)為單位，而(紅)磷則以(P_4)為單位。
8. 普魯士藍為貴重藍色顏料，係由($Fe(CN)_6$)⁴⁻，亞鐵離子與(Fe^{3+})作用所形成。
9. 原血紅素為含(Fe)之錯合物，葉綠素為含(Mg)之錯合物。
10. 高純度矽中摻入少量電子對接受體(acceptor)則形成(p)型半導體，反之，摻入少量電子對受予體(donor) 則形成(n)型半導體。

三、問答題：40%

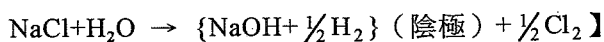
1. $[Co(NH_3)_4Cl_2]^+$ ，有順式與反式兩種異構物，其分子偶極子矩(dipole moment)有何不同。
【答：順式， $\mu \neq 0$ ；反式， $\mu = 0$ 。】

2. $\text{Ni}(\text{CN})_4^{2-}$ 與 $\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ 兩皆具四個配位基，為何兩者之幾何形狀並不相同？

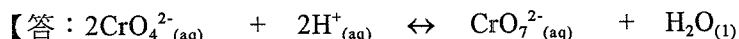
【答： $\text{Ni}(\text{CN})_4^{2-}$ 為 dsp^2 鍵結； $\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ 為 sp^3 鍵結。】

3. 電解熔融食鹽和食鹽水，其產物有何不同？

【答：陰極產物不同；



4. 於 CrO_4^{2-} 溶液中加入酸，則呈現橙紅色，若使該溶液鹼化，則呈現黃色，試言其故。



黃色

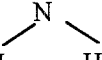
橙紅色】

5. 草酸根 ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$) 含四個氧，為何只是雙牙基 (bidentate)？

【答：僅帶負電之氧參與反應。】

6. 金屬鍵與離子鍵都不具方向性，為何金屬者具延屬性而離子晶體則否？

【答：金屬延展時，共核及電子海相對沒有改變，離子晶體則否。】

7. NH_3 分子具有四個 sp^3 軌域，為何 H  H 夾角小於 109.5° ？

【答：電子排斥力：

孤對電子／孤對電子 > 孤對電子／鍵結電子對 > 鍵結電子對／鍵結電子對】

8. 第二週期元素之游離能曲線呈現雙曲折點，試言其教。

【答：Be 之第一遊離能大於 Li 及 B；N 之第一遊離能大於 C 及 O。】

9. S 軌域無方向性，其真正的意涵是什麼？

【答：鍵結不受方向的限制。】

10. P 軌域之磁量子數有 1, 0, -1 三個整數，它們所代表的物理意涵是什麼？

【答：在外加磁場的作用下，三個原本能量一樣的軌域，產生升高，不變，及降低的現象。】