

臺北區 110 學年度第二學期

分科測驗第二次模擬考試

化學考科

—作答注意事項—

考試範圍：化學(全)、選修化學 I～V、探究與實作

考試時間：80 分鐘

作答方式：

- 選擇題用 2B 鉛筆在「答題卷」上作答；更正時，應以橡皮擦擦拭，切勿使用修正液（帶）。
- 除題目另有規定外，非選擇題用筆尖較粗之黑色墨水的筆在「答題卷」上作答；更正時，可以使用修正液（帶）。
- 考生須依上述規定劃記或作答，若未依規定而導致答案難以辨識或評閱時，恐將影響考生成績並傷及權益。
- 答題卷每人一張，不得要求增補。

選擇題計分方式：

- 單選題：每題有 n 個選項，其中只有一個是正確或最適當的選項。各題答對者，得該題的分數；答錯、未作答或劃記多於一個選項者，該題以零分計算。
- 多選題：每題有 n 個選項，其中至少有一個是正確的選項。各題之選項獨立判定，所有選項均答對者，得該題全部的分數；答錯 k 個選項者，得該題 $\frac{n-2k}{n}$ 的分數；但得分低於零分或所有選項均未作答者，該題以零分計算。

參考資料

說明：下列資料，可供回答問題之參考

一、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

二、理想氣體常數 $R=0.082 \text{ L atm/K mol}=8.31 \text{ J/K mol}$

三、 $\log 2=0.30$ ， $\log 3=0.48$

祝考試順利



99363406-30

版權所有・翻印必究

第壹部分、選擇題（占 68 分）

一、單選題（占 28 分）

說明：第 1. 題至第 7. 題，每題 4 分。

1. 某生研究一反應之反應機構，發現該反應為兩步驟反應。

第一步驟： $A + E \rightarrow C + F$

第二步驟： $A + F \rightarrow D + E$

根據上述反應機構，下列敘述何者正確？

- (A) 淨反應中，反應物僅含 A 一種物質
- (B) 產物為 D 和 E
- (C) F 應為催化劑
- (D) E 為中間物
- (E) 此反應必為放熱反應

2. 下列各種鹽類配製成 0.1 M 水溶液，分別和試劑 1、試劑 2 反應，實驗結果紀錄如表 1，以「↑」表示產生氣體，以「↓」表示產生沉澱，無反應則空白。則試劑 1 與試劑 2 可能為下列何者？

表 1

水溶液	試劑 1	試劑 2
Na_2CO_3	↑	
NH_4Cl		↑
$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$		↓
AgNO_3	↓	↓
CuSO_4		↓

- (A) 試劑 1：硫酸，試劑 2：氯化鈉
- (B) 試劑 1：鹽酸，試劑 2：氫氧化鋇
- (C) 試劑 1：鹽酸，試劑 2：氨水
- (D) 試劑 1：硝酸，試劑 2：氫氧化鈉
- (E) 試劑 1：氨水，試劑 2：硫酸

3. 室溫下， PbI_2 的溶度積常數 (K_{sp}) 為 4.5×10^{-9} 。若將 100 毫升 0.004 M $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 溶液與 100 毫升 0.002 M KI 溶液混合，下列哪一個敘述是正確的？

- (A) 產生 PbI_2 沉澱，溶液中的 $[\text{I}^-] < [\text{Pb}^{2+}]$
- (B) 產生 PbI_2 沉澱，溶液中的 $[\text{I}^-] > [\text{Pb}^{2+}]$
- (C) 產生 PbI_2 沉澱，溶液中的 $[\text{I}^-] = [\text{Pb}^{2+}]$
- (D) 無沉澱物產生，溶液中的 $[\text{I}^-] > [\text{Pb}^{2+}]$
- (E) 無沉澱物產生，溶液中的 $[\text{I}^-] < [\text{Pb}^{2+}]$

4. 樟腦 ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$) 與萘 (C_{10}H_8) 都是具有刺激香氣的蠟狀結晶物，常作為驅蟲劑。已知樟腦的熔點為 178.8°C ，在 200°C 時將 1.60 g 的萘加入 10.0 g 的樟腦中，形成均勻混合物，則此樟腦混合物的凝固點下降了 50.0°C 。將某種有機物 1.20 g 以同樣步驟溶於 10.0 g 的樟腦中，樟腦混合物的凝固點下降了 40.0°C ，則此有機物的分子量為多少？

- (A) 56
- (B) 77
- (C) 120
- (D) 137
- (E) 213

5. LED (light emitting diode) 中文名為發光二極體，它是一種將 p 型半導體與 n 型半導體接合所形成的二極體，透過施以一順向電壓（即正極連接 p 型端，負極連接 n 型端）可使電子與電洞相結合，並釋放出相當於價帶與傳導帶間能隙 (E_g) 的光能。LED 較傳統日光燈耗能更小、壽命更長，故已大量替代傳統照明作為生活光源。已知某氮化鎵半導體之 $E_g = 2.7 \text{ eV}$ ，已知 $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ ，則利用此半導體所製作出的 LED 會發出何種顏色的光？（普朗克常數 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$ ）

- (A) 紅光（波長 650 ~ 700 nm）
(B) 黃光（波長 550 ~ 600 nm）
(C) 綠光（波長 500 ~ 550 nm）
(D) 藍光（波長 450 ~ 500 nm）
(E) 紫光（波長 400 ~ 450 nm）

6. 下列物質被酸性的 KMnO_4 溶液氧化，何者可得到 4-甲基-2-戊酮？

- (A) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\underset{\text{OH}}{\text{CH}}\text{CH}_3$
(B) $\text{CH}_3\overset{\text{OH}}{\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}}\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
(C) $\text{CH}_3\text{CH}_2\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{OH}}{\text{CH}}}\text{CHCH}_3$
(D) $\text{CH}_3\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{CH}_2\underset{\text{CH}_3}{\text{CHOH}}$
(E) $\text{CH}_3\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

7. 水中需氧廢料污染物的測定方法，常使用生化需氧量（biochemical oxygen demand，簡稱 BOD），或化學需氧量（chemical oxygen demand，簡稱 COD）。COD 是指用化學氧化劑氧化水中的有機污染物時，所消耗的氧化劑量再轉換成耗氧量；一般常用的氧化劑為二鉻酸鉀。BOD 則是利用微生物氧化污染物，但因並非所有有機物皆可被微生物分解，因此 BOD 值通常低於 COD 值；例如：製紙廠所排放出的廢水中所含的纖維素污染物之生物氧化率極低（導致低 BOD），但卻極易被化學氧化（導致高 COD）。

已知某污水中之污染物為醣類，經測得其五日生化需氧量 BOD 為 14 ppm，且此污水中之微生物五日內可將 70% 的醣類轉化成 CO_2 和 H_2O ，此污水若改以 COD 檢驗，其值為多少 ppm？

- (A) 9.8
(B) 14
(C) 20
(D) 24
(E) 30

二、多選題（占 40 分）

說明：第 8. 題至第 17. 題，每題 4 分。

8. 氨是一種重要的化學氮肥，工業製氨的方法稱為哈柏法，係利用氮氣與氫氣反應製取。已知： $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ 之 $\Delta H < 0$ ，當此反應達平衡後，施加下列哪些措施可使 NH_3 的產量提高？
- (A) 縮小反應容器的體積
(B) 定容下通入 $\text{He}(\text{g})$
(C) 將已生成的 $\text{NH}_3(\text{g})$ 從反應器中取出
(D) 降低反應溫度
(E) 加入鐵粉作為催化劑
9. 下列各項氣態原子或氣態離子發生的反應中，哪些會吸收能量？
- (A) $\text{Cu} ([\text{Ar}]3\text{d}^9 4\text{s}^2) \rightarrow \text{Cu} ([\text{Ar}]3\text{d}^{10} 4\text{s}^1)$
(B) $\text{N} (1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}_x^1 2\text{p}_y^1 2\text{p}_z^1) \rightarrow \text{N} (1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}_x^2 2\text{p}_y^1 2\text{p}_z^0)$
(C) $\text{H} (4\text{s}^1) \rightarrow \text{H} (3\text{d}^1)$
(D) $\text{Cl}^-(\text{g}) \rightarrow \text{Cl}(\text{g}) + \text{e}^-$
(E) $\text{Na}(\text{g}) + \text{K}^+(\text{g}) \rightarrow \text{Na}^+(\text{g}) + \text{K}(\text{g})$
10. 小強測試某水溶液之酸鹼度，測得其 pH 值為 3、pOH 值為 11.7，則下列關於此水溶液之敘述，哪些正確？
- (A) 此水溶液溫度高於 25°C
(B) 此水溶液為酸性
(C) 此水溶液的 $[\text{H}^+] = 0.001 \text{ M}$
(D) 此水溶液的 $[\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-11} \text{ M}$
(E) 此時 $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$
11. 彈卡計 (bomb calorimeter) 是一種用來測定反應熱的不鏽鋼製容器。某生將 1.56 g 的苯 (C_6H_6) 放入彈卡計中，並在外艙注入 1.00 kg 的水。通電使苯完全燃燒後，水溫由 20°C 升高至 30°C 。已知此彈卡計的熱容量為 $2.09 \text{ kJ}/^\circ\text{C}$ ，下列敘述哪些正確？（水的比熱為 $4.18 \text{ J/g } ^\circ\text{C}$ ）
- (A) 此卡計的熱容量相當於 500 g 純水之熱容量
(B) 1.56 g 苯燃燒後放熱約 10 kcal
(C) 1.56 g 苯燃燒後放熱約 62.7 kJ
(D) 由以上實驗結果，可測得每 mol 苯燃燒時約放熱 750 kcal
(E) 由以上實驗結果，可測得每 mol 苯燃燒時約放熱 2650 kJ

12. 莫納皮拉韋 (Molnupiravir) 是默克藥廠與瑞奇貝克醫療公司開發的一種抗病毒藥物，可口服。最初被用來治療流行性感冒，近來被用作對抗新冠病毒，其結構式如圖 1。下列敘述，哪些正確？

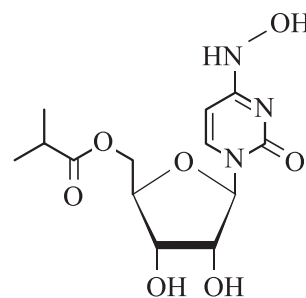


圖 1

- (A) 莫納皮拉韋的分子式為 $C_{13}H_{18}N_3O_7$
 (B) 此分子有 5 個碳原子是以 sp^2 混成軌域參與鍵結
 (C) 此化合物加入氯化鐵(III)酒精水溶液，會造成顏色改變
 (D) 此分子有酯基
 (E) 此分子有醯胺基
13. 以標準鋁銀電池當直流電源、碳棒為電極，對 1 M 的 $KBr(aq)$ 進行電解，則依表 2 的電位數據，下列敘述哪些正確？

表 2

反應式	標準電位值 E°
$K^+(aq) + e^- \rightarrow K(s)$	-2.92 V
$Al^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Al(s)$	-1.66 V
$Pb^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Pb(s)$	-0.13 V
$Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$	0.80 V
$2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow 2OH^-(aq) + H_2(g)$	-0.83 V
$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$	1.23 V
$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$	0.40 V
$Br_2(aq) + 2e^- \rightarrow 2Br^-(aq)$	1.09 V

- (A) 鋁銀電池中，鋁為負極
 (B) 鋁銀電池的標準電動勢為 0.86 V
 (C) 電解槽中，陽極附近之 pH 值上升
 (D) 電解槽中，陰極產生 H_2
 (E) 若將標準鋁銀電池中標準銀半電池改為標準鉛半電池，則電解產物相同
14. 下列各項物質的性質之相關敘述，哪些正確？
- (A) 熔點： $Li > K > Rb$
 (B) 熔點： $MgO > KCl > NaF$
 (C) 鍵角： $H_2O > H_2S > H_2Se$
 (D) 沸點： $H_2O > HF > NH_3$
 (E) 極性： $Cl-\text{C}_6\text{H}_4-Cl > \text{C}_6\text{H}_3\text{Cl}_3$

15. 圖 2 是 1 mol 的二氧化碳氣體在溫度為 70 °C 下，實際測量所得之 P-V 曲線（A 線）和理想氣體之 P-V 曲線（B 線）比較關係圖。其中縱坐標之壓力單位為千帕（kPa），橫坐標之體積單位為升（L），X 點為 A、B 線的交會點。下列相關敘述，哪些正確？

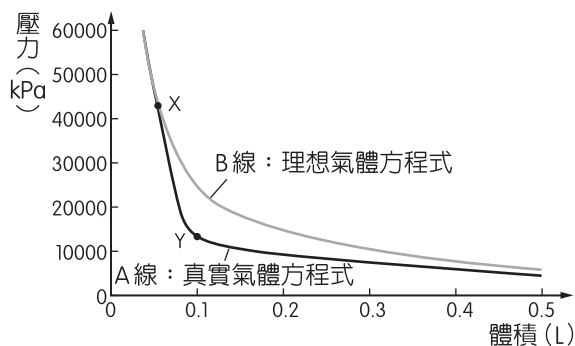


圖 2

- (A) A、B 線的趨勢皆為壓力愈大、體積愈小，所以兩者皆符合波以耳定律
- (B) 在 A 線上的 X 點時， $\frac{PV}{nRT} = 1$ ，代表 CO₂ 此時為理想氣體
- (C) A 線上由 X → Y 後，壓力減小、體積變大，但是 $\frac{PV}{nRT} < 1$
- (D) 承(C)， $\frac{PV}{nRT} \neq 1$ 的主要原因是 CO₂ 分子間之分散力所造成的結果
- (E) 在 B 線上壓力為 10130 kPa 時，二氧化碳的體積為 0.281 L
16. 乙二胺四乙酸根（Ethylenediaminetetraacetate）簡稱 EDTA，結構如圖 3 所示，在鹼性環境下，與金屬離子形成錯離子，可應用於分析水中金屬離子的濃度。下列敘述，哪些正確？

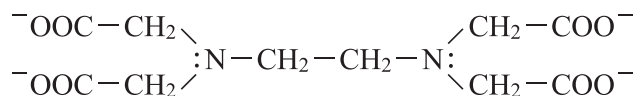


圖 3

- (A) EDTA 在鹼性環境下最多可成為四牙配位子
- (B) [Fe(EDTA)]⁻ 中，鐵的氧化數為 +3
- (C) [Ca(EDTA)]²⁻ 中，配位數為 6
- (D) [Ca(EDTA)]²⁻ 的形狀為四面體形
- (E) [Ca(EDTA)]²⁻ 有 2 個異構物
17. 0 °C 時，22.4 L 的某密閉容器中裝有氫氣、氮氣及氬氣三種氣體，已知總壓為 2 atm，氬氣之分壓為 0.5 atm，氮氣有 0.5 mol，下列敘述哪些正確？
- (A) 氮氣分壓為 1.0 atm
- (B) 三種氣體中以氫氣之分壓最大
- (C) 氬氣之莫耳分率為 0.5
- (D) 重量比（氫氣：氮氣：氬氣）= 2：4：7
- (E) 混合氣體之平均分子量為 18

第貳部分、混合題或非選擇題（占 32 分）

說明：本部分共有 4 題組，每一子題配分標於題末。限在標示題號作答區內作答。選擇題與「非選擇題作圖部分」使用 2B 鉛筆作答，更正時，應以橡皮擦擦拭，切勿使用修正液（帶）。非選擇題請由左而右橫式書寫，作答時必須寫出計算過程或理由，否則將酌予扣分。

18. ～ 21. 題為題組

在大量筒中加入雙氧水與洗碗精後，再倒入碘化鉀溶液，雙氧水會快速產生氣體，使洗碗精大量起泡，急速衝出量筒的濃密泡泡受容器的影響呈現圓柱體形狀，狀似巨型牙膏，如圖 4，因此被稱為「大象牙膏」。

某生在網路看到大象牙膏的影片，想以此為題進行研究探討。某生推測：「大象牙膏反應所產生的泡沫總體積約等於生成的氣體體積，要能得到泡沫快速噴出的效果，關鍵在於氣體的生成速率」。於是規劃以手機拍攝反應過程，在試劑混合時開始計時，觀察並記錄每秒鐘泡沫在量筒中到達的體積刻度，以此推算氣體的生成速率。

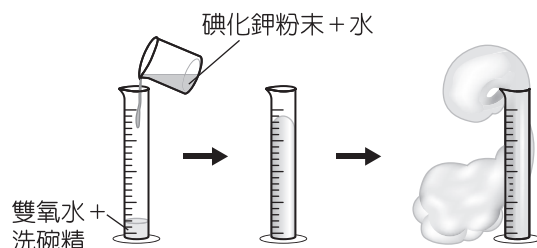


圖 4

實驗 1 使用的劑量與實驗結果如表 3：

表 3

劑 量	34% 雙氧水 20 mL + 洗碗精 10 mL、碘化鉀粉末 1 g + 水 10 mL					
實驗結果	反應時間 (s)	2	3	4	5	6
	生成泡沫體積 (mL)	130	240	400	650	940

18. 某生欲求雙氧水的反應級數，想要再做 2 次實驗，其中一個的雙氧水濃度比實驗 1 的濃度高，另一個則較實驗 1 的雙氧水濃度來得低。但實驗室僅有濃度 34% 的雙氧水，假設溶液混合時體積可加成，他應該選擇下表中(A)～(F)的哪兩種劑量，才能達到「只改變雙氧水濃度，不改變其他物質濃度」之目的？（多選）（2 分）

減少雙氧水濃度的劑量配方		
(A)	34% 雙氧水 10 mL + 洗碗精 10 mL	碘化鉀粉末 1 g + 水 10 mL
(B)	34% 雙氧水 10 mL + 洗碗精 10 mL	碘化鉀粉末 1 g + 水 20 mL
(C)	34% 雙氧水 10 mL + 洗碗精 5 mL	碘化鉀粉末 0.5 g + 水 5 mL
增加雙氧水濃度的劑量配方		
(D)	34% 雙氧水 25 mL + 洗碗精 10 mL	碘化鉀粉末 1 g + 水 5 mL
(E)	34% 雙氧水 25 mL + 洗碗精 10 mL	碘化鉀粉末 1 g + 水 10 mL
(F)	34% 雙氧水 25 mL + 洗碗精 12.5 mL	碘化鉀粉末 1.25 g + 水 12.5 mL

19. 根據表 3，將實驗 1 的數據紀錄作圖，橫坐標為時間、縱坐標為泡沫體積，並列出每個點的坐標值 (X, Y)。計算從反應開始到第 5 秒，氣體的生成速率為多少 mL/s？若減少雙氧水的濃度，請預測其在圖上的位置，以虛線繪出。（3 分）
20. 根據網路流傳的資料，碘化鉀是反應式 $2\text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$ 的催化劑，且反應為放熱，反應後容器變得很燙。請估計使用重量百分率濃度 34% 的雙氧水 20 mL（密度為 1.1 g/mL），進行大象牙膏的反應，若反應時溫度升高至 77 °C，在 1 atm 下，大約可生成多少 L 的泡沫？（3 分）
21. 某生改用某廠牌號稱 pH=5.5 的洗髮精進行反應時，發現碘化鉀溶液倒入雙氧水與洗髮精的混合液後，溶液的顏色會變成紅棕色，生成的泡沫也有點咖啡色。請寫出溶液變成紅棕色，可能是生成何種物質？在產生紅棕色物質的反應中，過氧化氫的半反應式為何？（3 分）

22. ~ 24. 題為題組

NaHC_2O_4 為呈酸性的酸式鹽，可與強鹼進行酸鹼中和反應，此時 NaHC_2O_4 扮演酸的角色；由氧化還原觀點視之， NaHC_2O_4 亦可與強氧化劑反應，扮演還原劑的角色，失去電子而氧化成 CO_2 。

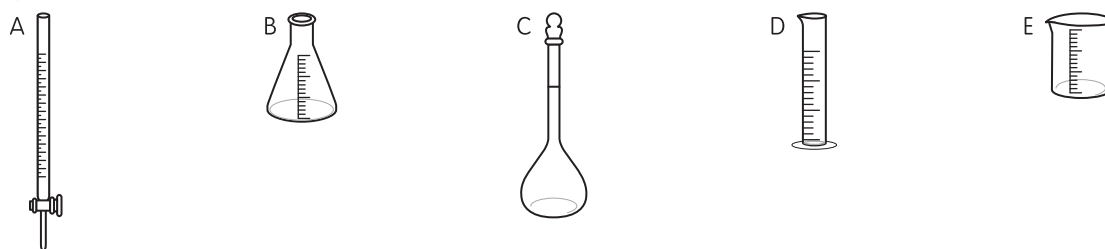
今有一不純的 NaHC_2O_4 固體 2 g 加水配成 100 mL 甲溶液，取 50 mL 的甲溶液，用 0.1 M 的 $\text{NaOH}(\text{aq})$ 滴定，滴入 25 mL 恰達當量點。

又另取剩餘的甲溶液 50 mL，加入適量的硫酸後，與 $\text{KMnO}_4(\text{aq})$ 進行滴定實驗，發現 $\text{KMnO}_4(\text{aq})$ 20 mL 恰可使溶液呈淡紫色且不褪色。回答下列問題：

22. NaHC_2O_4 之純度百分率為何？（3 分）

23. $\text{KMnO}_4(\text{aq})$ 的體積莫耳濃度為何？（3 分）

24. 以 KMnO_4 滴定甲溶液的實驗中，甲溶液應盛裝在下列 A ~ E 之中的何種器材？請寫出器材名稱。（2 分）



25. ~ 27. 題為題組

某碳氫化合物 A 完全燃燒可得 CO_2 和 H_2O ，其莫耳數比為 3：2，又測知此化合物 A 的蒸氣密度為同狀況下乙烷的 4 倍。回答下列問題：

25. 化合物 A 的分子式為何？（3 分）

26. 另外取此化合物 A 和酸性的二鉻酸鉀溶液混合加熱後所得的產物為對-苯二甲酸。化合物 A 的結構式為何？（2 分）

27. 化合物 A 在鐵粉催化下與溴水反應，可得一溴鹵化物 B。畫出化合物 B 的所有可能結構式？（2 分）

28. ~ 30. 題為題組

甲、乙、丙、丁、戊在週期表上的位置互相接鄰，且在週期表的前三週期。其中甲、乙、丙、戊相對位置如圖 5 所示，已知甲、乙、丙的三者原子序總和的一半恰等於三者價電子數總和再加 3，且丙原子的基態電子組態具有 2 個不成對電子。假設丙的原子序為 X，請根據上述內容回答以下問題：

	甲	
戊	乙	丙

圖 5

28. 請寫出丙的元素符號，並判斷原子序 X 為多少？（2 分）

29. 將二氧化錳與氯酸鉀的固體粉末加熱，可得到元素丁。請繪出元素丁與元素丙的燃燒時，反應所生成的化合物之路易斯電子點式（請繪出正確形狀並清楚標示電子）。（2 分）

30. 戊的氧化物之熔點為 2030°C ，不溶於水，但可溶於熱濃 $\text{NaOH}(\text{aq})$ 。請寫出該氧化物之化學式。在此化合物中，一個戊原子可與幾個氧原子鍵結？（2 分）