



110指考最前線-化學科

總分

班級：_____ 座號：_____ 姓名：_____

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 $R = 0.0820 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

第壹部分：選擇題 (占 80 分)

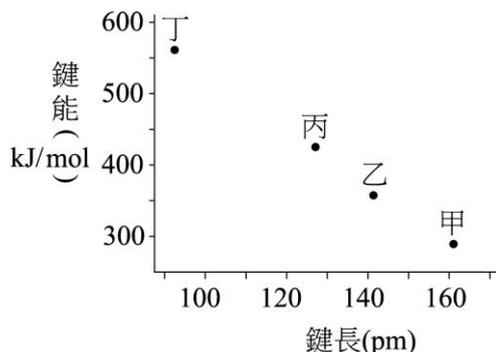
一、單選題 (48 分)

說明：第 1 題至第 16 題，每題有 5 個選項，其中只有一個是正確或最適當的選項，請劃記在答案卡之「選擇題答案區」。各題答對者，得 3 分；答錯、未作答或劃記多於一個選項者，該題以零分計算。

- () 1. 當原子的電子由激發態躍遷至基態時，會將多餘的能量以光的形式釋出，這種現象為電子躍遷的一種。氫原子在下列哪一種主量子數 n 之間的電子躍遷，所產生光譜的波長最短？
(A) $n=4 \rightarrow n=2$ (B) $n=3 \rightarrow n=1$ (C) $n=4 \rightarrow n=3$ (D) $n=3 \rightarrow n=2$
(E) $n=2 \rightarrow n=1$
- () 2. 張同學以 0.100 M 的 NaOH 水溶液滴定未知濃度的 50.0 mL 鹽酸溶液甲，當滴入 48.0 mL 的 NaOH 溶液時，發覺忘了加入酚酞指示劑。待加入指示劑後，發現溶液已呈現桃紅色。於是進行反滴定，先加入 1.80 mL 的 0.100 M 鹽酸溶液後，再滴入 0.20 mL 的 NaOH 溶液，即達到滴定終點，則此鹽酸溶液甲的濃度 (M) 為何？
(A) 0.093 (B) 0.103 (C) 0.156 (D) 0.186 (E) 0.206

- () 3. 甲、乙、丙、丁為四個氣態鹵化氫分子，其化學鍵的鍵能與鍵長的關係如圖所示。針對這四個分子與鹵化氫的對應關係，下表選項中，哪一個最合理？

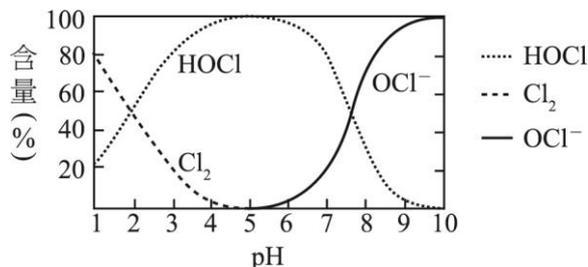
	甲	乙	丙	丁
(A)	HI	HBr	HCl	HF
(B)	HF	HCl	HBr	HI
(C)	HCl	HF	HBr	HI
(D)	HI	HBr	HF	HCl
(E)	HF	HI	HBr	HCl



- () 4. 在 1952 年的第一次氫彈試爆中，首次發現了原子序 99 的鐳 (Es) 元素，已知此人造元素同位素 Es-253 的半生期為 20.5 天。若是能取得 0.20 mg 的 Es-253，立即與配位基進行合成及純化，得到的錯合物產率為 70%，經過 10 天後，則此錯合物中含有衰變後殘餘的 Es-253 量約為多少 (mg)？
 (A) 0.18 (B) 0.16 (C) 0.14 (D) 0.12 (E) 0.10
- () 5. 有一容器裝有 X_2 、 Y_2 兩種雙原子的氣體分子，其莫耳數比為 1:2，在定溫定壓下反應，反應完成後體積變為原來的 1/2，若該反應只有一種產物，並且為氣體，則該氣體產物的分子式可能為何？
 (A) X_2Y (B) XY (C) XY_2 (D) X_3Y_2 (E) X_2Y_3
- () 6. 下列有關各物質的分子間主要作用力的敘述，何者正確？
 (A) BF_3 主要作用力為偶極-偶極作用力 (B) Xe 主要作用力為分散力
 (C) H_2 主要作用力為氫鍵 (D) C_2H_4 主要作用力為共價鍵
 (E) HCl 主要作用力為離子鍵
- () 7. 蘇同學做實驗時，有下列的操作：甲、將氫氧化鈉溶液，用燒杯對準管口，加入滴定管中；乙、將水徐徐倒入濃硫酸中並快速攪拌溶液；丙、實驗結束，將剩餘乾淨未用的藥品分別倒回原有藥瓶中；丁、將氫氧化鈉廢液先行中和再排放入水槽；戊、實驗結束，將所有使用過的藥品先予以混合，再倒入專用廢液桶中。上述有關實驗的敘述，何者正確？
 (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁 (E) 戊

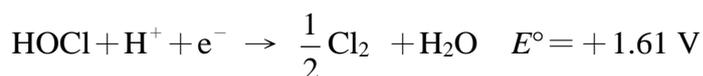
8-9 為題組

- () 8. 新冠病毒猖獗，使用含氯的非酒精性消毒劑甚多，也常發生意外。附圖為定溫下，某濃度的溶液中 Cl_2 、 $HOCl$ 及 OCl^- 三個物種的含量 (%)，隨 pH 值不同而變化的曲線。下列有關 Cl_2 及 $HOCl$ 的敘述，何者錯誤？



- (A) Cl_2 能溶於 pH=5 的水溶液 (B) Cl_2 溶於 pH=1 的水溶液會生成 Cl^-
 (C) Cl_2 溶於 pH=2 的水溶液反應中，會生成 OCl^-
 (D) Cl_2 溶於 pH=2 的水溶液，消失的 Cl_2 全部轉化成 $HOCl$
 (E) Cl_2 溶於 pH=2 的水溶液反應中， Cl_2 是氧化劑，也是還原劑

()9. 已知 OCl^- 及 HOCl 的標準還原電位表如下：



下列有關 Cl_2 、 NaOCl 及 HOCl 的敘述，何者正確？

- (A) HOCl 的 pK_a 值約為 7.5
- (B) NaOCl 可用於洗手消毒
- (C) HOCl 及 NaOCl 均為鹼性化合物
- (D) 相同濃度的溶液， HOCl 比 NaOCl 還原力強
- (E) NaOCl 的溶液在低於 $\text{pH} 5$ 的條件下，會有 Cl_2 產生

()10. 王同學欲進行化學電池實驗，查出 4 種半電池標準還原電位，如表所示，並取得相關的純水、鹽橋、燒杯、鹽類及電極。王同學取出兩種半電池，並以鹽橋連結組合後，構成化學電池，如圖所示。

還原半電池電位	鹽類	電極
$\text{Zn}^{2+} \quad E^\circ = -0.76 \text{ V}$	硝酸鋅	鋅片
$\text{Ni}^{2+} \quad E^\circ = -0.23 \text{ V}$	硝酸鎳	鎳片
$\text{Pb}^{2+} \quad E^\circ = -0.13 \text{ V}$	硝酸鉛	鉛片
$\text{Cu}^{2+} \quad E^\circ = 0.34 \text{ V}$	硝酸銅	銅片



下列實驗條件及其結果的敘述，何者正確？

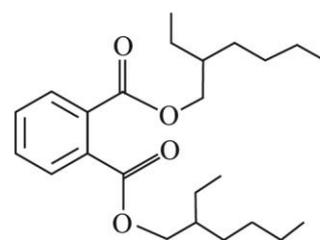
- (A) 測得電壓為 0.57 V 的電池中，銅片為正極
- (B) 鎳鋅電池中，鎳片為陽極
- (C) 鎳鉛電池所測得電壓會大於 0.36 V
- (D) 將鹽橋移除改用銅線，仍可組成電池
- (E) 將半電池的金屬換成石墨，仍可組成電池

11-12 為題組

曾有少數廠商於食品中添加塑化劑 DEHP，當做起雲劑使用。DEHP 是一種環境荷爾蒙，已經證實對人體有害，附圖為 DEHP 的分子結構。

()11. 根據結構，DEHP 應屬於下列哪一種官能基化合物？

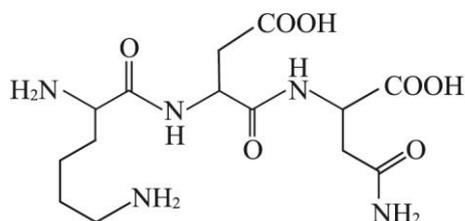
- (A) 酮類 (B) 醛類 (C) 酯類 (D) 酚類
- (E) 醚類



()12. 下列有關 DEHP 的敘述，哪一個選項正確？

- (A) 分子內有 6 個碳具有 sp^2 混成軌域
- (B) 具有分子間氫鍵
- (C) 與斐林試液反應會產生紅色沉澱
- (D) 與多倫試劑反應會產生銀鏡現象
- (E) 水解後可得鄰苯二甲酸與 2-乙基-1-己醇

- () 13. 室溫下，將 3.0 克的氮氣與 6.0 克的氯氣注入一個密閉容器內。假設氮氣與氯氣均可視為理想氣體，下列有關容器內氮氣與氯氣的敘述，何者正確？
 (A) 原子數比為 1 : 1
 (B) 分子數比為 1 : 1
 (C) 莫耳數比為 1 : 1
 (D) 氣體分子的平均速率比為 1 : 1
 (E) 氣體分子的平均動能比為 1 : 1
- () 14. 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，分別為 (1) 0.1 M 的 CH_3COOH 、(2) 0.1 M 的 CH_3COONa 、(3) 0.1 M 的 HCOOH 與 (4) 0.1 M 的 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、乙與丙的 $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ 由小至大的順序為何？
 (A) 甲 < 乙 < 丙 (B) 乙 < 甲 < 丙 (C) 丙 < 乙 < 甲 (D) 甲 < 丙 < 乙 (E) 丙 < 甲 < 乙
- () 15. 蛋白質及胜肽均由胺基酸組成，是食品中的必要營養，也是構成人體組織的要素及體內諸多激素、酵素、抗體等成分。有一小分子胜肽，其化學結構如圖所示，則此胜肽由幾個胺基酸縮合而成？
 (A) 3 (B) 4 (C) 5 (D) 6 (E) 7
- () 16. 有六種有機化合物，分子式如下：(甲) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{Cl}_2$ 、(乙) $\text{C}_3\text{H}_{13}\text{ClO}$ 、(丙) $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{N}$ 、(丁) C_6H_{12} 、(戊) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{BrCl}$ 、(己) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$ 。經由實驗分析，得知其中有一種化合物具有雙鍵。下列相關敘述中，何者不正確？
 (A) 甲、戊為鹵烷
 (B) 乙可能為醚類
 (C) 可能有 3 種化合物為環狀結構
 (D) 具有雙鍵的化合物可能是醛或酮
 (E) 丁若可使過錳酸鉀溶液褪色，則為烯類

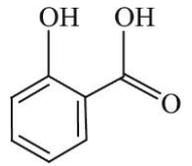


二、多選題 (占 32 分)

說明：第 17 題至第 24 題，每題有 5 個選項，其中至少有一個是正確的選項，請將正確選項劃記在答案卡之「選擇題答案區」。各題之選項獨立判定，所有選項均答對者，得 4 分；答錯 1 個選項者，得 2.4 分；答錯 2 個選項者，得 0.8 分；答錯多於 2 個選項或所有選項均未作答者，該題以零分計算。

- () 17. 鋁熱劑的主要成分為鋁及氧化鐵，先以火焰槍或鎂帶加熱引發後，二者進行反應，產生熔融態的鐵，可供焊接之用。下列相關化學反應的敘述，哪些正確？
 (A) 反應為放熱反應
 (B) 反應有氧氣參與
 (C) 反應屬於氧化還原反應
 (D) 此反應中，鋁比鐵較易失去電子
 (E) 在反應中鋁為氧化劑，氧化鐵為還原劑

- ()18. 古代人們發現，取自於柳樹中的柳酸，構造如圖所示，可以用來止痛及治療風濕。但是，柳酸會造成胃部不適。可利用柳酸與醋酸或乙酐的反應製得乙醯柳酸，就是阿司匹靈。



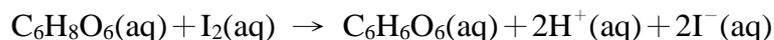
下列有關乙醯柳酸的敘述，哪些正確？

- (A) 常溫下乙醯柳酸易溶於水中
 (B) 柳酸和乙醯柳酸均有分子內氫鍵
 (C) 乙醯柳酸有 5 個 π 鍵及 17 個 σ 鍵
 (D) 柳酸的羥基和醋酸的羧基進行反應，是一種酯化反應
 (E) 柳酸和乙酐反應，以濃硫酸作為催化劑，可製備乙醯柳酸
- ()19. 有一化學反應式： a 甲(aq) + b 乙(aq) \rightarrow c 丙(s) + d 丁(aq)，其中甲、乙、丙、丁為四種化合物代號， a 、 b 、 c 、 d 為平衡係數。若以 2 M 甲溶液，分別和 1 M 乙溶液進行多次反應，得到附表的數據。

次別	2 M 甲溶液用量 (mL)	1 M 乙溶液用量 (mL)	丙沉澱量 (g)
實驗一	20	4	0.30
實驗二	20	8	0.60
實驗三	20	12	0.90
實驗四	20	16	1.00
實驗五	20	20	1.00

根據表中的數據，試問下列敘述，哪些正確？

- (A) 實驗一至三的 3 個實驗中，甲溶液為過量
 (B) 實驗三至五中，實驗四中的乙溶液尚未過量
 (C) 由實驗三至四可知，只要 $(\frac{40}{3})$ mL 的乙溶液，即可恰好與 20 mL 甲溶液完全反應
 (D) 若改用 0.3 M 甲溶液 50 mL，則需 0.25 M 乙溶液 30 mL，才能恰好完全反應
 (E) 若取足夠的 0.25 M 乙溶液與 50 mL 的 0.3 M 甲溶液完全反應，則可得 0.375 g 的丙沉澱
- ()20. 將一顆市售維他命 C (分子式 $C_6H_8O_6$ ，分子量 = 176) 加水使其完全溶解，配製成 100 mL 溶液。取此溶液 20 mL 置入一錐形瓶中，加入適量的澱粉液作為指示劑，需用 12 mL 的 0.10 M 碘液滴定，達到滴定終點，維他命 C 與碘的化學反應式如下：

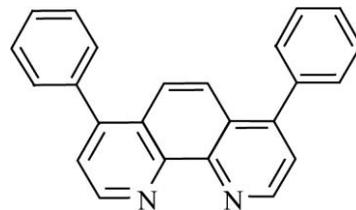


下列敘述，哪些正確？

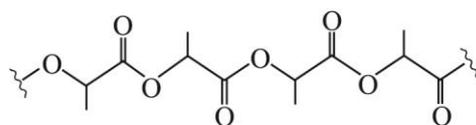
- (A) 滴定終點時錐形瓶內溶液的 pH 值上升
 (B) 反應中，碘為氧化劑
 (C) 反應中每莫耳維他命 C 分子釋出 2 莫耳電子
 (D) 當藍色不再消失，表示錐形瓶中溶液含有少許過量的碘
 (E) 此顆市售維他命 C 中約含有 500 mg 的維他命 C

- () 21. 細胞培養液中的溶氧量不易偵測，但利用某些特定錯合物的螢光則可以測得。於溶液中，錯合物的螢光訊號強度，會隨氧氣的濃度增加而下降。某一個鈦錯合物，即有此種性質，其化學式為 $[\text{RuL}_3]\text{Cl}_2$ ，其中，Ru 與三個配位基 L 錯合。附圖為配位基 L 的結構式。下列有關此錯合物的敘述，哪些正確？

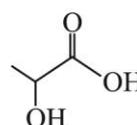
- (A) Ru 為 +2 價離子
 (B) 配位基 L 是單牙基
 (C) $[\text{RuL}_3]\text{Cl}_2$ 為 6 配位的錯合物
 (D) 錯合物具有 21 個雙鍵
 (E) 硝酸銀溶液和錯合物溶液作用可產生沉澱



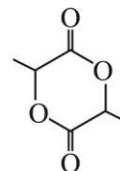
- () 22. 聚乳酸是一種環境友善、可降解的聚合物，可由單體甲或單體乙聚合而成，其結構如附圖。



聚乳酸



單體甲



單體乙

下列相關的敘述，哪些正確？

- (A) 聚乳酸為聚醚類聚合物
 (B) 聚乳酸不易溶於水
 (C) 單體乙可直接經由縮合反應脫水生成聚乳酸
 (D) 使用等莫耳數的單體甲及單體乙分別進行聚合，可生成等重量的聚乳酸
 (E) 使用等重量的單體甲及單體乙分別進行聚合，後者可生成較重的聚乳酸
- () 23. 乙醇為一種生質燃料，可由葡萄糖經生物發酵作用生成。葡萄糖可從光合作用產生，以澱粉或纖維素形式儲存。葡萄糖發酵時除產生乙醇外，也同時生成產物甲。已知相關分子的莫耳生成熱分別為二氧化碳： -393.5 、乙醇： -277.7 、葡萄糖： -1260 、水： -285.8 (kJ/mol)。下列相關的敘述，哪些選項正確？

- (A) 產物甲為水
 (B) 葡萄糖發酵生成乙醇為放熱反應
 (C) 從澱粉及纖維素產生葡萄糖，均需經過水解
 (D) 葡萄糖經過發酵，所產生的乙醇與產物甲，兩者莫耳數相同
 (E) 葡萄糖發酵取得的乙醇，其燃燒的反應熱，比直接將原本的葡萄糖燃燒所產生的熱量多

- () 24. 去年 (2020) 諾貝爾化學獎頒發給兩位女性科學家，分別是艾曼紐爾·夏本提爾與珍妮佛·道納。她們發現了 CRISPR/Cas9 基因剪刀的技術，可以精準地剪接去氧核糖核酸 (DNA)。這種技術可用於各種生物科技上，例如育種、醫藥和治療上。下列有關 DNA 的敘述，哪些正確？

- (A) DNA 之立體結構為雙股螺旋
 (B) DNA 與 RNA 分子具有 4 種相同的含氮鹼基
 (C) DNA 是以核苷酸為單體所聚合而成的巨大分子
 (D) DNA 分子中的核糖含有六個碳原子
 (E) DNA 分子鹼基間的氫鍵作用力，是其形成立體結構的重要因素之一

第貳部分：非選擇題 (占 20 分)

說明：本部分共有三大題，答案必須寫在「答案卷」上，並於題號欄標明大題號（一、二、三）與子題號（1、2、……），作答時不必抄題，若因字跡潦草、未標示題號、標錯題號等原因，致評閱人員無法清楚辨識，該部分不予計分。計算題必須寫出計算過程，最後答案應連同單位劃線標出。作答使用筆尖較粗之黑色墨水的筆書寫，且不得使用鉛筆。每一子題配分標於題末。

一、張老師與學生討論有關解題時的推理及類比思維方法後，給了學生一個有關物質的質量、原子量、分子量以及莫耳數的題目。

室溫時，某混合氣體 G，無色無味無毒，是由兩種氣體 X 與 Y 等莫耳數混合而成，且 G 中 X 與 Y 的質量比為 7：8。其中，液態 X 可作為儲存疫苗的冷劑；某些新冠肺炎的患者，藉由高壓 Y 氣體以維持生命。

然後張老師再給了一道新題目：在 80 °C 時，混合氣體 R 是無色，也是由兩種氣體 P 與 Q 等莫耳數混合而成，R 中 P 與 Q 的質量比也是 7：8，但是兩者皆為有毒氣體，而且降低到室溫後，其中之一會變成液體。另外，氣體 P 是瓦斯燃燒不完全時，容易產生的氣體；氣體 Q 則為醇類。

根據這些敘述，回答下列問題。(共 4 分)

1. 寫出 X 與 Y 的分子式。(2 分)

2. 寫出 P 與 Q 的分子式。(2 分)

二、取 12.0 mg 的某一含碳、氫、氧的化合物甲，經完全燃燒後，得 26.4 mg 的 CO_2 及 14.4 mg 的 H_2O 。

另取 12.0 g 的甲，在 1.0 L 的容器加熱，當完全氣化時，測得容器的溫度為 127°C，壓力為 6.56 atm。根據這些實驗結果，回答下列問題。(共 8 分)

1. 寫出化合物甲的實驗式。(2 分)

2. 寫出化合物甲的分子量。(2 分)

3. 寫出化合物甲的分子式，並畫出化合物甲之所有可能的結構異構物。(4 分)

三、丹麥今年啟動了氨氣工業生產的綠色程序，使用固態氧

離子電解槽 (SOEC)，過程中不需要高成本的空氣分離，附圖為其裝置示意圖。將適當比例的空氣和水蒸氣通入陰極，兩者均進行電解，氧氣生成 O^{2-} ，水蒸氣產生 H_2 和 O^{2-} 。氧離子薄膜只允許氧離子 (O^{2-}) 通過，

並在陽極反應。已知 SOEC 電解水的效率可達 80%，在通入莫耳數比為 1：3 的空氣和水蒸氣後，經電解生成甲和乙兩部分的氣體。甲含有未反應的水蒸氣，將甲通過除水裝置後，直接導入哈柏法製程，即可製造氨。

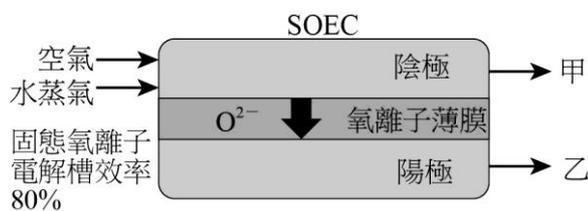
根據這些實驗結果，回答下列問題。(共 8 分)

1. 寫出甲部分的氣體中，除了水蒸氣外，所含兩種主要氣體的化學式。(2 分)

2. 寫出兩種在實驗室中用於吸收水蒸氣的常用化合物的化學式。(2 分)

3. 寫出陽極的係數平衡電化學半反應式。(2 分)

4. 已知 SOEC 電解水的效率可達 80%。由化學計量的觀點，說明在此效率下，需要通入莫耳數比為 1：3 的空氣和水蒸氣的原因。(2 分)



試題大剖析

台中女中／蔡旺璋

答案

第壹部分：選擇題

一、單選題

1. B 2. A 3. A 4. E 5. E 6. B 7. D 8. D 9. A 10. A
11. C 12. E 13. E 14. C 15. A 16. C

二、多選題

17. ACD 18. BDE 19. ACE 20. BCD 21. ACE 22. BE 23. BCD 24. ACE

第貳部分：非選擇題

一、1. X 為 N_2 、Y 為 O_2 2. P 為 CO、Q 為甲醇 CH_4O

二、1. C_3H_8O 2. 60 3. 詳見解析

三、1. N_2 、 H_2 2. $Mg(ClO_4)_2$ 、 $MgSO_4$ 3. $2O^{2-} \rightarrow 4e^- + O_2$ 4. 詳見解析

解析

第壹部分：選擇題

一、單選題

1. 出處：選修化學 II 1-1 氫原子光譜（108 課綱）

選修化學（上）1-1 氫原子光譜（99 課綱）

解析：波長與頻率成反比，波長最短，頻率最大，能量最大（放熱最多）

能量大小可用 $\Delta E_{a \rightarrow b} = -k\left(\frac{1}{b^2} - \frac{1}{a^2}\right)$

(A) $\Delta E_{4 \rightarrow 2} = -k\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right) = -\frac{3}{16}k$ (B) $\Delta E_{3 \rightarrow 1} = -k\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2}\right) = -\frac{8}{9}k$

(C) $\Delta E_{4 \rightarrow 3} = -k\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2}\right) = -\frac{7}{144}k$ (D) $\Delta E_{3 \rightarrow 2} = -k\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right) = -\frac{5}{36}k$

(E) $\Delta E_{2 \rightarrow 1} = -k\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right) = -\frac{3}{4}k$

2. 出處：選修化學 III 3-7 酸鹼滴定（108 課綱）

基礎化學（二）1-4 酸鹼反應、選修化學（上）5-5 酸鹼滴定（99 課綱）

解析：氫離子莫耳數 = 氫氧根莫耳數

未知鹽酸毫莫耳數 $\times 1 +$ 已知鹽酸毫莫耳數 $\times 1 = NaOH$ 毫莫耳數 $\times 1$

$C_{HCl} \times 50 + 0.1 \times 1.8 = 0.1 \times 48.2$

$C_{HCl} = 0.0928 \approx 0.093 (M)$

3. 出處：選修化學 II 2-1 化學鍵的種類（108 課綱）

選修化學（上）2-1 化學鍵（99 課綱）

解析：鹵化氫分子中， $H-X$ 皆為單鍵，鍵長越短，鍵能愈大，鍵長為 $r_H + r_X$ ，又鹵素原子半徑愈小，則鍵能愈大。

4. 出處：選修化學Ⅱ 3-1.5 半生期的應用（108 課綱）
基礎化學（三）2-1.5 同位素定年法（99 課綱）

解析：核衰變為一級反應，半生期公式 $\frac{[A]}{[A]_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{\text{半生期}}}$ 。

根據題意，錯合物含 Es-253 質量為 $0.2 \times 0.7 = 0.14 \text{ mg}$ 。

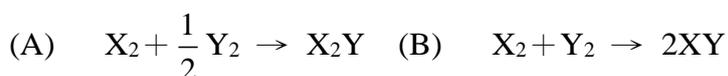
10 天後殘存量為 [A] 則 $\frac{[A]}{0.14} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{10}{20.5}} \approx \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{1}{2}} \approx \sqrt{0.5} = 0.7$ ，

[A] = $0.7 \times 0.14 = 0.098 \text{ mg} \approx 0.1 \text{ mg}$ 。

5. 出處：選修化學Ⅰ 1-2 反應式的平衡與化學計量、第 2 章 氣體（108 課綱）
基礎化學（一）3-3 化學計量、基礎化學（三）第 1 章 氣體（99 課綱）

解析：定溫、定壓下，依亞佛加厥定律可知： $V \propto n$ 。設 X_2 的莫耳數為 a ，則 Y_2 的莫耳數為 $2a$ ，
反應前總莫耳數 $3a$

依題意反應後總莫耳數 = $\frac{1}{2} \times 3a = 1.5a$



初 a $2a$ 0

反 $-a$ $-\frac{1}{2}a$ $+a$

0 $\frac{3}{2}a$ a

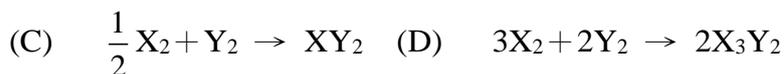
$n_t = \frac{5}{2}a \neq 1.5a$

初 a $2a$

反 $-a$ $-a$ $+2a$

0 a $2a$

$n_t = 3a \neq 1.5a$



初 a $2a$

反 $-a$ $-2a$ $+2a$

0 0 $2a$

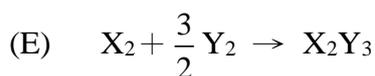
$n_t = 2a \neq 1.5a$

初 a $2a$ 0

反 $-a$ $-\frac{2}{3}a$ $+\frac{2}{3}a$

0 $\frac{4}{3}a$ $\frac{2}{3}a$

$n_t = 2a \neq 1.5a$



初 a $2a$ 0

反 $-a$ $-\frac{3}{2}a$ $+a$

$\frac{1}{2}a$ a

$n_t = \frac{3}{2}a$ ，符合題意。

6. 出處：選修化學Ⅱ 2-4 分子間的作用力（108 課綱）

選修化學（上）2-4 分子間的作用力（99 課綱）

- 解析：(A) BF_3 ，平面三角形，非極性分子，主要作用力為分散力
(B) Xe ，單原子分子，非極性分子，主要作用力為分散力
(C) H_2 ，雙原子分子，非極性分子，主要作用力為分散力
(D) C_2H_4 ，非極性分子，主要作用力為分散力
(E) HCl 是分子化合物，沒有離子鍵，極性分子，主要作用力為偶極-偶極力及分散力。

7. 出處：選修化學Ⅲ 3-7 酸鹼滴定（108 課綱）

選修化學（上）5-5 酸鹼滴定、實驗二、酸鹼滴定（99 課綱）

- 解析：(A)甲：溶液應經由漏斗倒入滴定管
(B)乙：應將濃硫酸徐徐倒入水中
(C)丙：剩餘藥品，應當作實驗廢棄物處理
(E)戊：依據不同的藥品有不同的廢棄物處置方法。

8. 出處：選修化學Ⅳ 1-1 電子轉移和氧化還原反應、3-1 非金屬元素的性質與製備（108 課綱）

選修化學（上）3-1 氧化數、選修化學（下）6-1.4 氯（99 課綱）

- 解析：(A)圖中， $\text{pH}=5$ ， Cl_2 幾近全部轉換成 HClO 及 $\text{H}^+ + \text{Cl}^-$
(B)圖中， $\text{pH}=1$ ， Cl_2 約有 20% 轉換成 HClO 及 $\text{H}^+ + \text{Cl}^-$
(C)圖中， $\text{pH}=2$ ， Cl_2 約有 50% 轉換成 HClO 及 $\text{H}^+ + \text{Cl}^-$ ， HClO 為弱酸，會解離出極少量的 ClO^-
(D)圖中， $\text{pH}=2$ ， Cl_2 約有 50% 轉換成 HClO 及 $\text{H}^+ + \text{Cl}^-$ ，消失的 Cl_2 會有一半生成 HCl ，另一半生成 HClO
(E) $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$ 屬自身氧化還原， Cl_2 是氧化劑也是還原劑。

9. 出處：選修化學Ⅲ 3-4 弱酸和弱鹼的解離、選修化學Ⅳ 2-2 電池電壓（108 課綱）

選修化學（上）3-3 電池電動勢、5-2 酸鹼度（99 課綱）

- 解析：(A) $\text{HOCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ $K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{OCl}^-]}{[\text{HOCl}]}$ 當 $[\text{HOCl}] = [\text{OCl}^-]$ 時， $K_a = [\text{H}^+]$ ；

圖中 $\text{pH}=7.5$ 時， $[\text{HOCl}] = [\text{OCl}^-]$ ，得知 $\text{pH} = \text{p}K_a = 7.5$

- (B) NaOCl （次氯酸鈉）具刺激性，不適合直接碰觸人體
(C) HOCl 為酸性， NaOCl 鹼性化合物（ OCl^- 水解呈鹼性）
(D) 還原電位愈大，氧化力愈強。從題幹標準還原電位得知，同濃度時氧化力 $\text{HOCl} > \text{NaOCl}$
(E) $2\text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{OCl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 需有氯離子方能生成 Cl_2 。

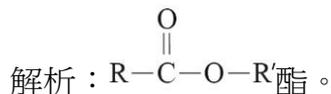
10. 出處：選修化學Ⅳ 2-2 電池電壓（108 課綱）

選修化學（上）3-3 電池電動勢（99 課綱）

- 解析： $\Delta E = E_{\text{陰極}} - E_{\text{陽極}}$ ，還原電位大者易得到電子，為陰極。

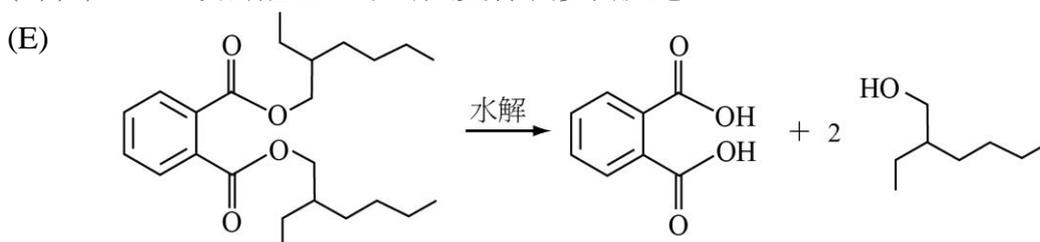
- (A) 鎳銅電池電壓 0.57V，鎳為負／陽極，銅為正／陰極
(B) 鎳鋅電池電壓 0.53V，鋅為負／陽極，鎳為正／陰極
(C) 鎳鉛電池電壓 0.10V
(D) 鹽橋可維持溶液電中性，銅線不行
(E) 陰極電極可換成石墨，但陽極不可。

11. 出處：選修化學 V 第 2 章 有機化合物 II (108 課綱)
基礎化學 (二) 3-5 官能基與常見的有機化合物 (99 課綱)



12. 出處：選修化學 II 2-3 價鍵理論、選修化學 V 2-3 醛與酮 (108 課綱)
選修化學 (上) 2-3 價鍵理論、選修化學 (下) 7-5 醛與酮 (99 課綱)

解析：(A) 有 8 個碳具 sp^2 混成軌域 (B) DEHP 無 H 接 O 的結構，沒有分子間氫鍵
(C)(D) DEHP 沒有醛基，不可與斐林或多倫反應



13. 出處：選修化學 I 2-3 理想氣體方程式 (108 課綱)
基礎化學 (三) 1-3 理想氣體 (99 課綱)

解析：(A) 原子數，氮氣：氧氣 = $\frac{3}{28} \times 2 : \frac{6}{71} \times 2 \neq 1 : 1$

(B)(C) 分子數比 = 莫耳數比，氮氣：氧氣 = $\frac{3}{28} : \frac{6}{71} \neq 1 : 1$

(D) $E_k = \frac{3RT}{2} = \frac{1}{2} Mv^2$ ， $v = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$ ，同溫時， $v \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$

\Rightarrow 平均速率比為氮氣：氧氣 = $\frac{1}{\sqrt{28}} : \frac{1}{\sqrt{71}} \neq 1 : 1$

(E) $E_k = \frac{3RT}{2}$ ， $E_k \propto T$ ，同溫時，平均動能相同。

14. 出處：選修化學 III 1-3 勒沙特列原理、3-6 緩衝溶液 (108 課綱)
基礎化學 (三) 3-3 影響平衡的因素、選修化學 (上) 5-4 緩衝溶液 (99 課綱)

解析： $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$

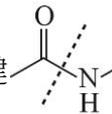
甲視為(1)加入 0.1M CH_3COO^- 同離子，平衡向左， $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ 上升；

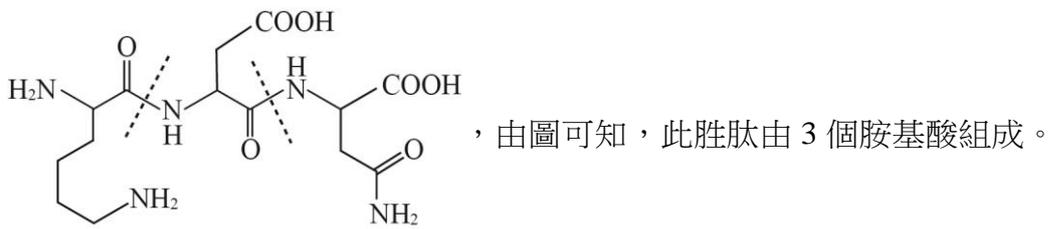
乙視為(1)加入氫離子 (同離子，且 $[\text{H}^+] < 0.1$)，平衡向左， $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ 上升，
乙的同離子效應較小，故乙中 $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ 上升較少；

丙視為(1)加入鹼 (HCOONa)，可使氫離子濃度下降，平衡向右， $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ 下降。

$\Rightarrow [\text{CH}_3\text{COOH}]$ 大小：甲 > 乙 > 丙。

15. 出處：選修化學 V 3-3 生物體中的大分子 I (108 課綱)
 選修化學 (下) 8-2 生物體中的大分子 (99 課綱)

解析：胜肽是由胺基酸藉由醯胺鍵（肽鍵）結合，故切斷肽鍵  即可知道有幾個胺基酸



16. 出處：選修化學 V 1-1 有機化合物的組成 (108 課綱)
 選修化學 (下) 7-1 有機化合物的組成與構造 (99 課綱)

解析：計算各化合物的不飽和數 $DBN = \frac{\text{飽和氫數} - (\text{化學式氫} + \text{鹵素數量})}{2}$ (多一個 N，飽和氫數要 +1)

甲： $DBN = \frac{14 - (12 + 2)}{2} = 0$ ，結構中不含 π 鍵及環，是鹵烷類。

乙： $DBN = \frac{14 - (13 + 1)}{2} = 0$ ，結構中不含 π 鍵及環，可能是醚或醇。

丙： $DBN = \frac{(14 + 1) - 13}{2} = 1$ ，結構中可能含有 1 個 π 鍵或是 1 個環。

丁： $DBN = \frac{(14) - 12}{2} = 1$ ，結構中可能含有 1 個 π 鍵或是 1 個環，可能是烯或環烷。

戊： $DBN = \frac{14 - (12 + 2)}{2} = 0$ ，結構中不含 π 鍵及環，是鹵烷類。

己： $DBN = \frac{(14) - 12}{2} = 1$ ，結構中可能含 1 個 π 鍵或是 1 個環，可能是醛、酮、烯醇、環醚等。

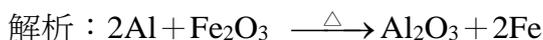
(C)丙、丁、己 3 種化合物可能具環狀結構，但由題幹得知其中一種具雙鍵，故可能有 2 種化合物具有環狀結構

(D)具雙鍵有可能為醛、酮亦有可能為烯類

(E)烯類可使過錳酸鉀的紫色褪色。

二、多選題

17. 出處：選修化學 IV 1-1 電子轉移和氧化還原反應 (108 課綱)
 選修化學 (上) 3-1.2 常見氧化劑、還原劑及其產物 (99 課綱)



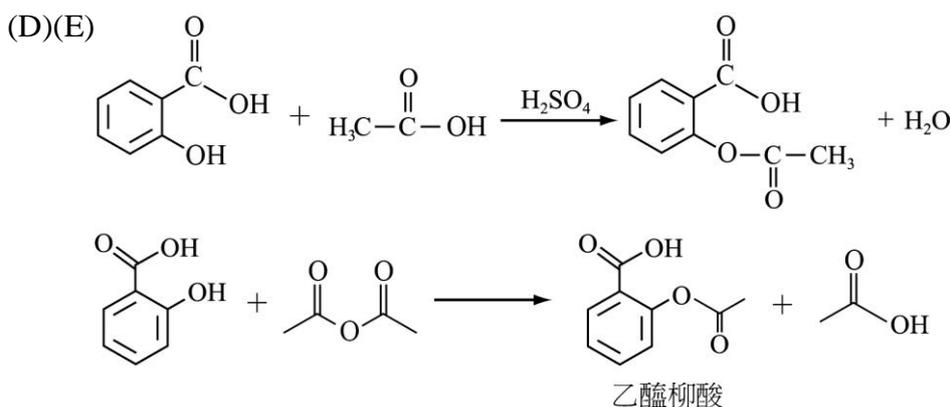
(C)(E)鋁失去電子，是還原劑， Fe_2O_3 被還原生成 Fe，是氧化劑。

18. 出處：選修化學 V 2-4 羧酸與酯 (108 課綱)
 選修化學 (下) 7-6 羧酸與酯 (99 課綱)

解析：(A)乙醯柳酸不易溶於水

(B)柳酸及乙醯柳酸皆可形成分子內氫鍵

(C)多重鍵中才具 π 鍵，雙鍵為1個 σ 鍵及1個 π 鍵，共有21個 σ 鍵5個 π 鍵



19. 出處：選修化學 I 1-2 反應式的平衡與化學計量 (108 課綱)

基礎化學 (一) 3-3 化學計量 (99 課綱)

解析：(A)實驗一二三，乙為限量試劑

(B)在實驗四、五中，甲為限量試劑

(C)觀察實驗一、二、三，乙每多 4 mL，沉澱量增加 0.3 g

表示乙每多 $\frac{4}{3}$ mL，沉澱量增加 0.1 g

估算當乙 $12 + \frac{4}{3}$ mL = $\frac{40}{3}$ mL 時，恰可使甲、乙皆耗盡，生成 1 g 丙沉澱。此時，甲

用去 $2\text{ M} \times 20\text{ mL} = 40\text{ mmol}$ ，乙用去 $1\text{ M} \times \frac{40}{3}\text{ mL} = \frac{40}{3}\text{ mmol}$

\Rightarrow 用去莫耳數 甲：乙 = $40 : \frac{40}{3} = 3 : 1$

(D)甲莫耳數 $0.3 \times 50 = 15\text{ mmol}$ ，需乙 5 mmol 可完全反應 $\Rightarrow 5 = 0.25V$ ， $V = 20\text{ mL}$

\Rightarrow 需 0.25M 乙 20 mL

(E)由實驗四、五，甲 40 mmol 與足量乙反應可生成 1 g 丙沉澱。

甲 $50 \times 0.3 = 15\text{ mmol}$ 與足量乙反應，可生成 x 克丙沉澱，

$$\frac{40\text{mmol}}{1\text{g}} = \frac{15\text{mmol}}{x\text{g}}, x = 0.375。$$

20. 出處：選修化學 IV 1-3 氧化還原滴定 (108 課綱)

選修化學 (上) 3-2 氧化還原滴定 (99 課綱)

解析：(A)因反應生成氫離子，故 pH 下降

(B) $\text{I}_2 \rightarrow \text{I}^-$ ，氧化數由 0 \rightarrow -1， I_2 得到電子，為氧化劑

(C)維他命 C 與 I_2 的莫耳數為 1 : 1， I_2 得到 2 個電子，故維他命 C 失去 2 個電子

(D)維他命 C 耗盡後，再滴入的碘液與澱粉形成藍黑色錯合物

(E)碘莫耳數 = $0.1 \times 0.012 = 0.0012\text{ mol} =$ 維他命 C 莫耳數 (20 mL)

故 100 mL 維他命 C 莫耳數 = $0.0012 \times 5 = 0.006\text{ mol}$

共重 $0.006 \times 176 = 1.056\text{ g}$ 。

21. 出處：選修化學IV 3-3.4 金屬錯合物（108 課綱）

選修化學（下）6-3.3 金屬錯合物（99 課綱）

解析：(A)配位基 L 為中性， $[\text{RuL}_3]\text{Cl}_2$ ，可推得 Ru^{2+} ，即 Ru 為 +2 價離子

(B)L 是雙牙基

(D)1 個 L 具 13 個 π 鍵，錯合物共具有 $13 \times 3 = 39$ 個 π 鍵

(E) $[\text{RuL}_3]\text{Cl}_2 \rightarrow [\text{RuL}_3]^{2+} + 2\text{Cl}^-$ ，氯離子可與銀離子生成白色 AgCl 沉澱。

22. 出處：選修化學V 3-1 聚合物（108 課綱）

選修化學（下）8-1 聚合物（99 課綱）

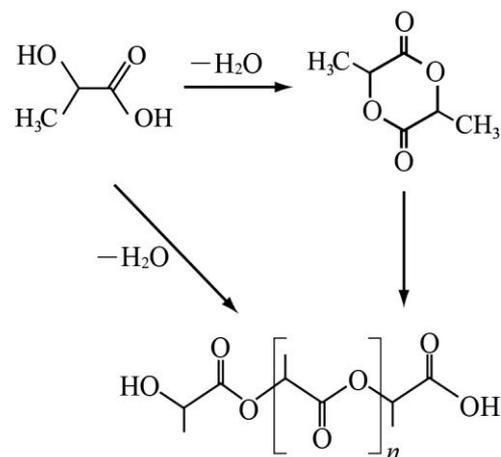
解析：(A)聚酯

(B)聚乳酸已無羥基及羧基，故不易溶於水

(C)單體乙可直接聚合成聚乳酸（不需經由縮合反應）

(D)因單體乙的分子量大，莫耳數相同時，可生成較重的聚乳酸

(E)因甲需經縮合反應（脫水，損失重量）方能生成聚乳酸，故生成的重量較輕。



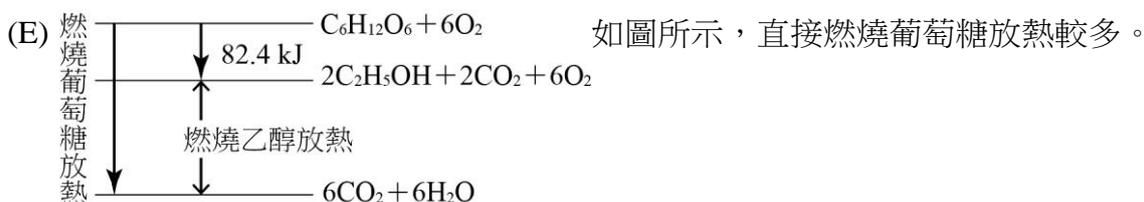
23. 出處：選修化學 I 1-3 反應熱的種類與性質（108 課綱）

基礎化學（一）3-4 化學反應中的能量變化（99 課綱）

解析：(A) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2$ ，甲為 CO_2

(B) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2$

$$\Delta H = \text{生} - \text{反} = [2(-277.7) + 2(-393.5)] - (-1260) = -82.4 \text{ kJ} < 0 \quad \text{放熱反應}$$



24. 出處：選修化學V 3-3.3 核苷酸與核酸（108 課綱）

選修化學（下）8-2.3 核酸（99 課綱）

解析：(B)DNA 具 A、T、C、G 四種鹼基，RNA 具 A、U、C、G 四種鹼基，故不完全相同

(D)五碳糖含有 5 個碳原子

(E)DNA 中，A 可與 T 形成二組氫鍵，C 可與 G 形成三組氫鍵。

第貳部分：非選擇題

一、出處：選修化學IV 3-1 非金屬元素的性質與製備（108 課綱）

選修化學（下）6-1 非金屬元素（99 課綱）

解析：

1. 液態氮為常見冷劑，因等莫耳數混合，故質量比 = 分子量比，

氮分子量 28， $7 : 8 = 28 : y$ ， $y = 32$ ，又高壓 Y 氣體可維持生命，推測為 O_2 。

2. 瓦斯燃燒不完全會生成 CO，故氣體 P 為 CO，分子量 28，

$7 : 8 = 28 : Q$ ， $Q = 32$ ，因 Q 為醇類，推測其為甲醇 CH_3OH ，故分子式為 CH_4O 。

二、出處：選修化學 I 1-2 反應式的平衡與化學計量、選修化學 V 2-2 醇、酚、醚（108 課綱）
 基礎化學（一）3-3 化學計量、選修化學（下）7-4 醇、酚與醚（99 課綱）

解析：

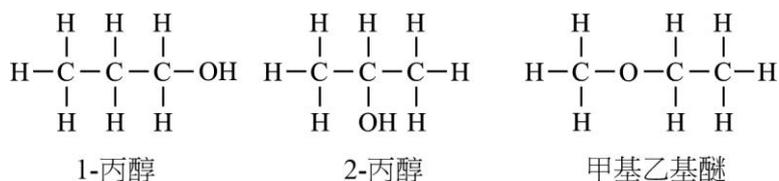
$$1. n_C : n_H : n_O = \frac{26.4}{44} : \frac{14.4}{18} \times 2 : \frac{12 - 26.4 \times \frac{12}{44} - 14.4 \times \frac{2}{18}}{16} = 0.6 : 1.6 : 0.2$$

= 3 : 8 : 1 \Rightarrow 實驗式 $C_3H_8O \Rightarrow$ 式量 60

$$2. PV = nRT$$

$$6.56 \times 1 = \frac{12}{M} \times 0.082 \times (273 + 127), M = 60$$

3. 分子式 C_3H_8O ，可能的異構物：



三、出處：選修化學 IV 2-2 電池電壓（108 課綱）

選修化學（上）3-3.1 電池半反應式（99 課綱）

解析：

1. 空氣中含 N_2 ，水蒸氣電解產生 H_2 ，故得知甲中除了水蒸氣外，應含有 N_2 及 H_2 。
2. 常見乾燥劑有生石灰 CaO 、 P_4O_{10} 、 $Mg(ClO_4)_2$ 、 $MgSO_4$ 等。
3. $2O^{2-} \rightarrow 4e^- + O_2$
4. $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ ，其中 $N_2 : H_2 = 1 : 3$ 。

空氣中含 N_2 及 O_2 ，比例為 4 : 1，又空氣和水蒸氣比例為 1 : 3，

故得知 $N_2 : O_2 : H_2O = 4 : 1 : 15$ ，因電解效率為 80%，電解 15 莫耳水，可生成得 $15 \times 0.8 = 12$ 莫耳 H_2 ，故甲除水後，氮氣與氫氣的莫耳數比（4 : 12）恰可達到方程式中 $N_2 : H_2 = 1 : 3$ 的比例。