

財團法人大學入學考試中心基金會

110 學年度指定科目考試試題

化學考科

— 作答注意事項 —

考試時間：80分鐘

作答方式：

- 選擇題用 2B 鉛筆在「答案卡」上作答；更正時，應以橡皮擦擦拭，切勿使用修正液（帶）。
- 非選擇題用筆尖較粗之黑色墨水的筆在「答案卷」上作答；更正時，可以使用修正液（帶）。
- 未依規定劃記答案卡，致機器掃描無法辨識答案；或未使用黑色墨水的筆書寫答案卷，致評閱人員無法辨認機器掃描後之答案者，恐將影響成績並損及權益。
- 答案卷每人一張，不得要求增補。

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（占 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 0.100M 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 1 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

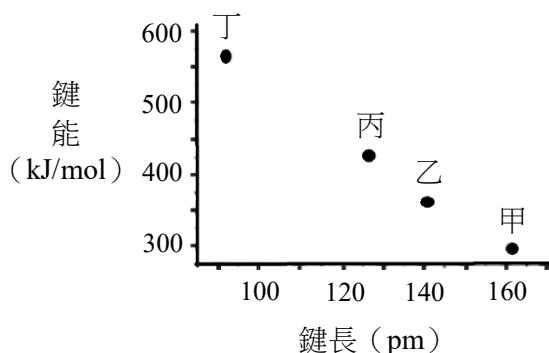


圖 1

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。圖 2 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？

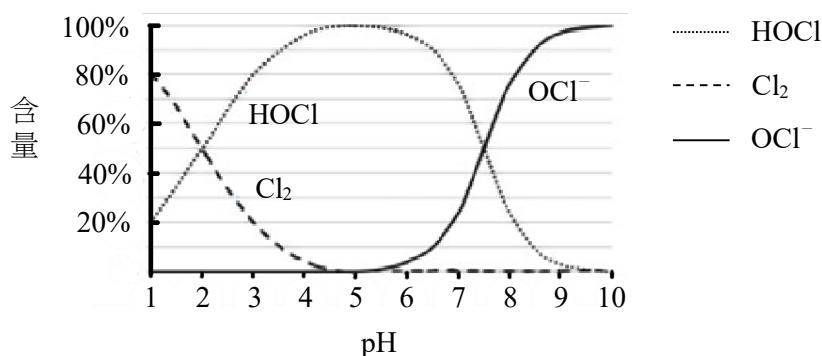
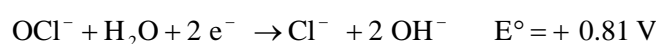
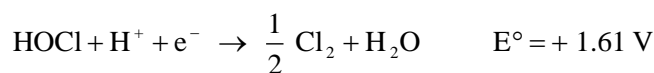


圖 2

- (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 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 1 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 3 所示。

表 1

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

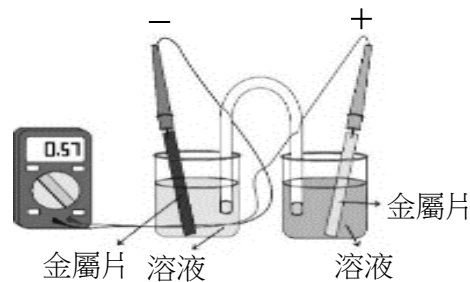


圖 3

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，圖 4 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

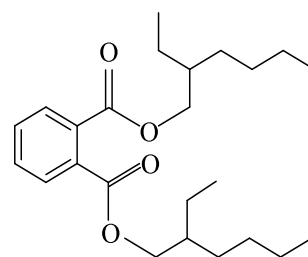


圖 4

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 5 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

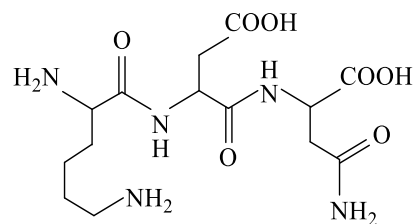


圖 5

16. 有六種有機化合物，分子式如下：(甲) $C_6H_{12}Cl_2$ 、(乙) $C_6H_{13}ClO$ 、(丙) $C_6H_{13}N$ 、(丁) C_6H_{12} 、(戊) $C_6H_{12}BrCl$ 、(己) $C_6H_{12}O$ 。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 6 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

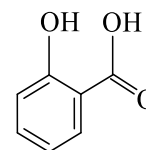


圖 6

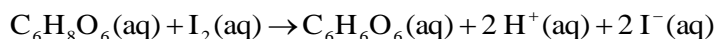
19. 有一化學反應式： $a \text{甲(aq)} + b \text{乙(aq)} \rightarrow c \text{丙(s)} + d \text{丁(aq)}$ ，其中甲、乙、丙、丁為四種化合物代號， a 、 b 、 c 、 d 為平衡係數。若以 2 M 甲溶液，分別和 1 M 乙溶液進行多次反應，得到表 2 的數據。

表 2

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2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 $(40/3)$ 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 $[RuL_3]Cl_2$ ，其中，Ru 與三個配位基 L 錯合。圖 7 為配位基 L 的結構式。

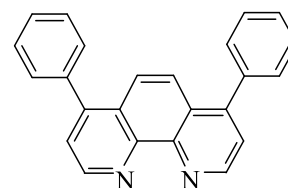


圖 7

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) $[RuL_3]Cl_2$ 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，其結構如圖 8。

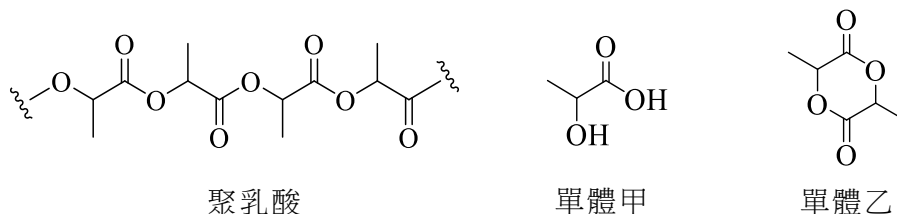


圖 8

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 CO₂ 及 14.4 mg 的 H₂O。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，圖 9 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 O²⁻，水蒸氣產生 H₂ 和 O²⁻。氧離子薄膜只允許氧離子 (O²⁻) 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。

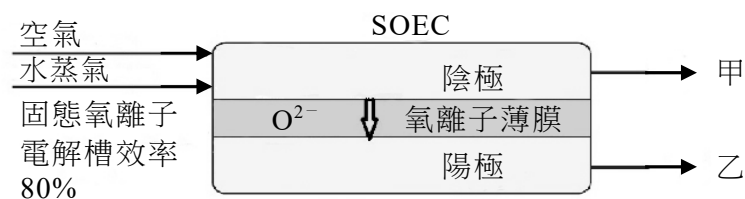


圖 9

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)