

大學入學考試中心
研究用試卷
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）。
- 未依規定畫記答案卡，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，其後果由考生自行承擔。
- 答案卷每人一張，不得要求增補。

著作權屬財團法人大學入學考試中心基金會所有，僅供非營利目的使用，轉載請註明出處。若作為營利目的使用，應事前經由財團法人大學入學考試中心基金會書面同意授權。

本試卷（含參考答案）預定於106年11月10日
公布在大考中心網站 <http://www.ceec.edu.tw>

第壹部分：選擇題（占 74 分）

說明：第 1 題至第 22 題，包含單選題與多選題，其中只有一個或多個正確或最適當的選項，單選題答對者，得 3 分；多選題所有選項均答對者，得 4 分。

1. 王先生最近被醫院診斷出罹患慢性腎臟病，致病因子可能來自家中傢俱、杯盤或玩具塗料（圖 1）。院方對他家的窗檯塗料進行採樣分析，發現若以硫酸鈉與碘化鈉檢驗其熱水萃取液，會顯現出如圖 2（甲）與（乙）所示的反應。



圖 1



圖 2

根據所述，該塗料中可能含有下列哪一物質？（單選）

- (A) Ba^{2+} (B) Ca^{2+} (C) Cu^{2+} (D) Pb^{2+} (E) Zn^{2+}
2. 小明看到電視新聞介紹水果也能發電，於是參照網路上水果電池的實驗裝置，買了柳橙、LED 燈、連接線及鋅片與銅片，按圖裝置了水果電池，如圖 3，發現 LED 燈真的會發光。小明若將鋅片與銅片換成下列各組物品，再依序以相同手法組裝電池，則哪幾組裝置中的 LED 燈也會發亮？（多選）

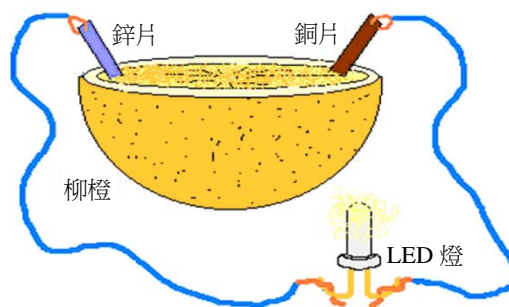


圖 3

- (A) 鐵釘與銅片 (B) 鋅片與竹筷子 (C) 鋅片與鋅片
(D) 石墨棒與石墨棒 (E) 鋁片與銅片

3. 圖 4 (甲) ~ (戊) 所示為日常生活中常見的化學變化，而反應 (一) ~ (五) 為其可能涉及的反應。



(甲)



(乙)



(丙)

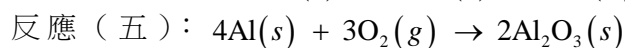
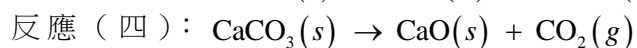
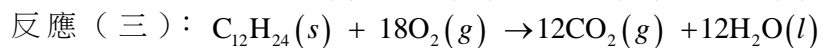
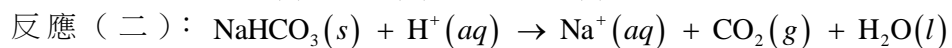
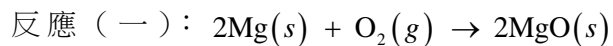


(丁)



(戊)

圖 4



若將二者一一配對，則下列哪些選項正確？ (多選)

(A) (甲)，反應 (五)

(B) (乙)，反應 (一)

(C) (丙)，反應 (二)

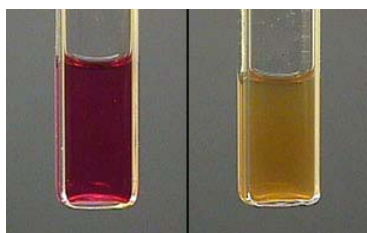
(D) (丁)，反應 (四)

(E) (戊)，反應 (三)

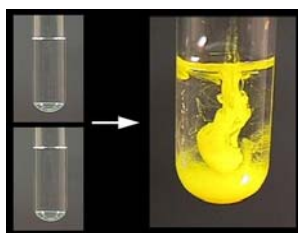
4-6題為題組

王同學趁考前總複習的機會，將所有化學實驗重新操作一遍，並將結果拍照存查，以便在課後與同學分享、討論，惟在事後發現當時他並未標明各實驗的名稱與內容，試根據照片(A)~(I)，協助他釐清問題4~6所涉及的實驗。

(A)



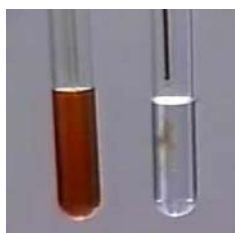
(B)



(C)



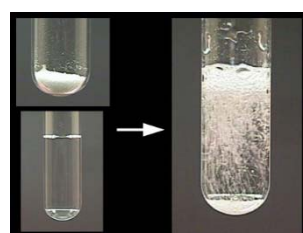
(D)



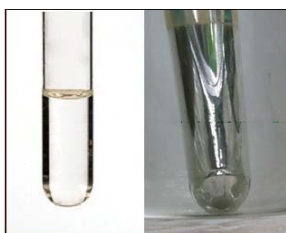
(E)



(F)



(G)



(H)



(I)



4. 哪兩張最可能是辨識烷烴與烯烴時所記錄的照片？（多選）
5. 哪兩張最可能是辨識醛類與酮類化合物時所記錄的照片？（多選）
6. 哪兩張照片最可能是與二氧化碳有關的實驗結果？（多選）

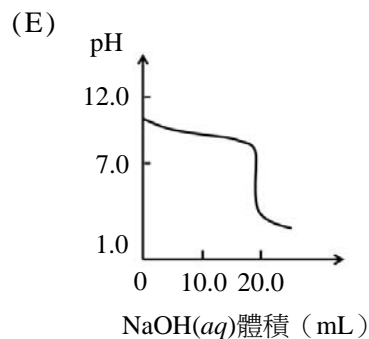
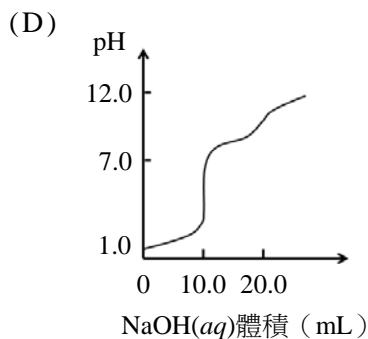
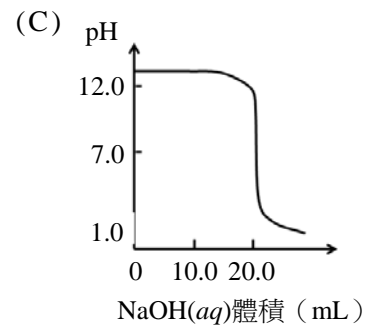
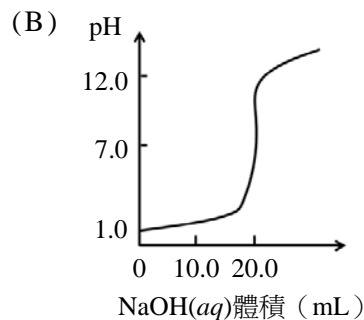
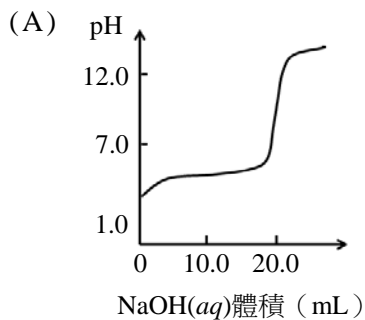
7-9題為題組

小明在廚房看到一瓶米醋，瓶上標示該米醋含有4.5%醋酸，因此想對醋酸的性質進行探討。經查資料，他得知醋酸（ CH_3COOH ）是一弱酸，解離常數（ K_a ）約為 1×10^{-5} ，於是以0.100 M的NaOH標準溶液滴定20.0 mL、0.100 M的醋酸，並記錄溶液的pH值變化，所得結果如表1。根據表1，回答下列問題。

表 1 滴定醋酸的 pH 值變化

NaOH 體積 (mL)	溶液 pH 值
0	3.0
10.00	5.0
20.00	9.0
21.00	11.4

7. 小明若以 pH 值對 NaOH 溶液體積作圖，則所得結果會與下列哪一個滴定曲線相似？（單選）



8. 對於小明的滴定實驗，下列哪些操作正確？（多選）

- (A) 使用量筒量取 20.0 mL 的醋酸水溶液
- (B) 應先以鄰苯二甲酸氫鉀（KHP）對 NaOH 標準溶液進行濃度標定
- (C) 可選用表 2 中所列的藍 Y 作為滴定指示劑
- (D) 酸鹼指示劑變色時顯示滴定到達當量點
- (E) 滴定結束後，溶液若經中和、稀釋，可直接倒入水槽予以排放

表 2 酸鹼指示劑

指示劑名稱	酸式顏色	變色 pH	鹼式顏色
橙 X	紅	3~5	橙
藍 Y	黃	5~7	藍
酚 Z	無色	8~10	紫紅

9. 學生精確量取 10.0 mL 另一濃度為 1.0 M 的未知弱酸溶液，再以 1.0 M 的 NaOH 標準溶液滴定之，測得溶液 pH 值變化如表 3，則此弱酸的酸解離常數 K_a 最接近下列哪一數值？（單選）

- (A) 1×10^{-2}
(B) 1×10^{-4}
(C) 1×10^{-5}
(D) 1×10^{-6}
(E) 1×10^{-7}

表 3 未知弱酸溶液滴定結果

NaOH 體積 (mL)	溶液 pH 值
0	2.0
5.0	4.0
10.0	8.9
11.0	11.0

10-13題為題組

去年（2016）諾貝爾化學獎頒給研究分子機械的科學家。分子機械是機械最小化的極致，將奈米機器人變為可行，例如分子若具有一個可擴張和收縮的結構，則其便可在這兩種構形間進行結構轉換，產生類似真實肌肉的功能。

該研究團隊設計了一個化合物，簡稱甲，分子結構如圖 5 所示，具有環烷、鏈烷及阻塞團三部分，示意圖如圖 6。若將兩個甲分子互相穿插，可得到二聚體：化合物乙，構造示意圖如圖 7。由於過渡金屬對特定配位子具有強烈親和力，該團隊以化合物乙與 Cu(I) 離子在無氧環境中，合成出化合物丙。化合物丙是 Cu(I) 離子與化合物乙以 1:1 方式反應所得的產物，其中 Cu(I) 離子與四個氮原子緊密結合。當此化合物被氧氣氧化時，會轉變成化合物丁，其中金屬陽離子改與五個氮原子結合，如圖 8 所示。拜賜於這些性質，該團隊得以藉由電化學方式操控化合物丙中銅離子的價數，使其構形可於丙與丁間反復變換，模擬真實肌肉的伸縮功能。根據所述，回答下列問題。

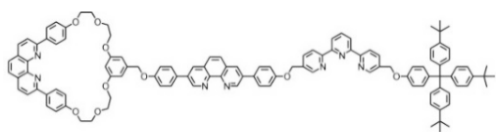


圖 5 化合物甲

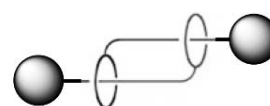


圖 7 二聚體乙

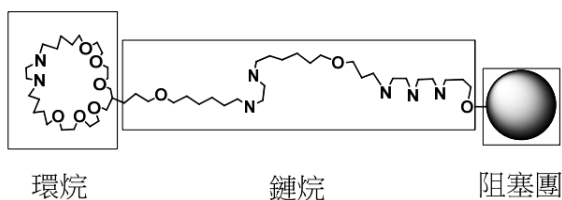


圖 6 化合物甲的三部分示意圖

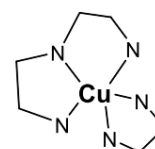
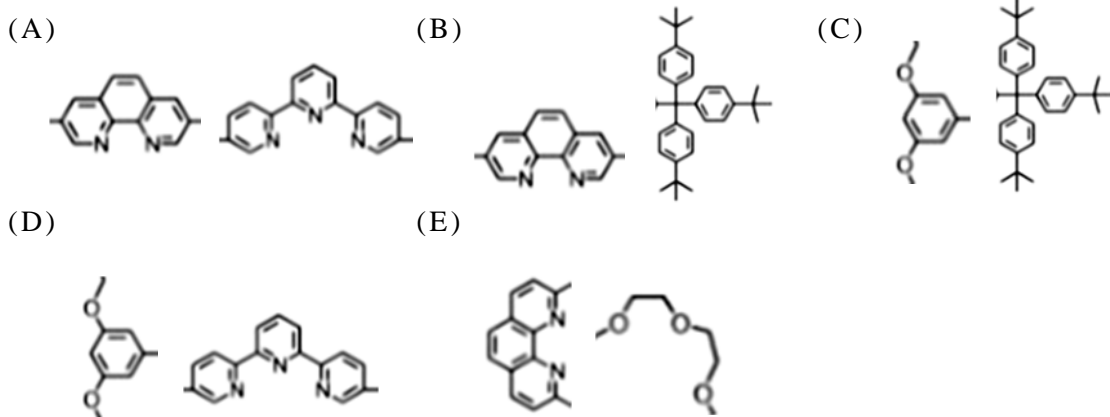




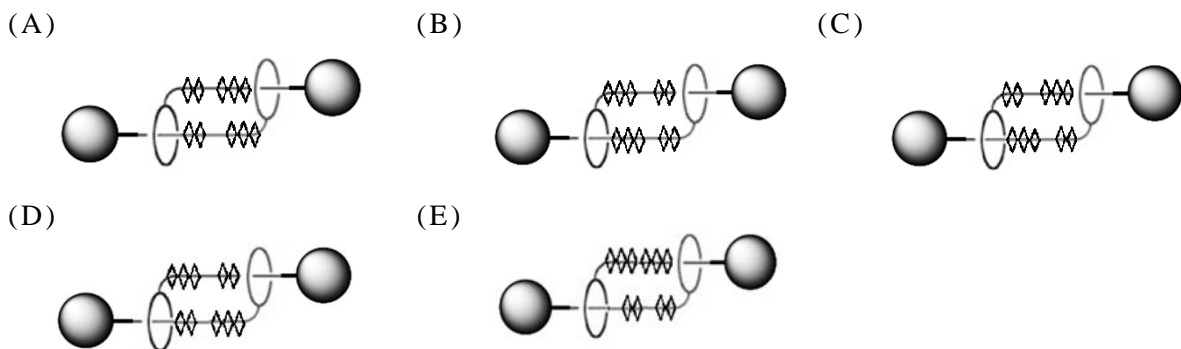


圖 8 金屬離子的錯合物

10. 根據圖 6，化合物甲中的鏈烷雙牙配位基及三牙配位基的結構最可能是圖 5 中的哪一組構造？（單選）



11. 根據圖 6 和圖 7，若分別以圖型  和  表達二聚體乙中鏈烷的雙牙配位基及三牙配位基結構，則二聚體乙中鏈烷的  和  的位置最可能是下列哪一個？（單選）



12. 已知銅的原子序為 29，則化合物丙中元素銅的電子組態最可能為下列哪一個？（單選）

- (A) $[_{18}\text{Ar}]4s^13d^{10}$ (B) $[_{18}\text{Ar}]4s^13d^9$ (C) $[_{18}\text{Ar}]4s^13d^8$
 (D) $[_{18}\text{Ar}]4s^03d^9$ (E) $[_{18}\text{Ar}]4s^03d^{10}$

13. 在化合物丙與氧氣進行反應得到化合物丁的過程中，元素銅的氧化數如何變化？又化合物乙末端兩個阻塞團之距離如何隨之變化？（單選）

- (A) 氧化數下降；距離變小 (B) 氧化數上升；距離變小
 (C) 氧化數上升；距離變大 (D) 氧化數下降；距離變大
 (E) 氧化數不變；距離不變

14-17題為題組

小明收集了家中的小蘇打、檸檬酸、通樂、空寶特瓶、護目鏡及氣球等物品，如圖9(甲)中所示，打算進行一項化學實驗，其中小蘇打的成分為碳酸氫鈉，通水管用的通樂主要含有氫氧化鈉、氨水及染料等混合溶液，通常呈現藍色。小明依照下列步驟進行實驗：

1. 取出白色的小蘇打粉及檸檬酸細顆粒各一湯匙，利用漏斗加入寶特瓶中，加入約 20 mL 的清水，並輕輕搖晃，發現有大量泡沫產生。
2. 小明用點燃的火柴置於瓶口，火花即刻熄滅，如圖 9 (乙) 中所示。



(甲)



(乙)

圖 9

3. 於瓶中倒入 10 mL 的通樂，並迅速將未充氣的氣球置入寶特瓶內，並將氣球開口端反扣瓶口，形成密閉空間，如圖 10 (甲) 中所示。
 4. 輕搖瓶子，發現氣球縮入瓶內，且體積會逐漸變大，如圖 10 (乙) 中所示。
- 小明在相同條件下重覆多次實驗，其結果均相同。依據小明的實驗結果，回答下列問題。



(甲)



(乙)

圖 10

14. 在步驟 1 中，寶特瓶內所產生的為下列哪一種氣體？（單選）
(A) N_2 (B) O_2 (C) CO_2 (D) NH_3 (E) H_2
15. 整個實驗的進行中，下列哪一組變因須先控制（維持不變），始能得到圖 10 所示的效果？（單選）
(A) 壓力、氣體莫耳數 (B) 溫度、氣體體積 (C) 壓力、氣體體積
(D) 壓力、溫度 (E) 溫度、氣體莫耳數
16. 依據小明實驗步驟 4 的結果，你認為最適宜解釋下列哪個定律？（單選）
(A) 波以耳定律 (B) 亞佛加厥定律 (C) 查理定律
(D) 亨利定律 (E) 分壓定律

17. 依據小明的實驗，下列哪些敘述不正確？（多選）

- (A) 氣球增加的體積，約等於在步驟1寶特瓶中排出氣體的體積
- (B) 步驟1中所進行的反應為酸鹼反應
- (C) 步驟4中氣球逐漸變大的原因為瓶中有一種氣體大量溶於液體中
- (D) 步驟4中氣球會逐漸變大，直至寶特瓶中的氣體完全消失為止
- (E) 步驟1中加水的目的為水也是反應物之一，不加水則無法反應

18-22題為題組

有四杯無色透明溶液，編號為甲、乙、丙、丁，可能為鹽酸、氯化鋇、硫代硫酸鈉、碳酸鈉，小明須在不使用任何其他藥品的條件下鑑別出這四種溶液。根據所述，回答下列問題。

18. 下列哪些溶液組合會產生氣泡？（單選）

- (A) 鹽酸與氯化鋇
- (B) 鹽酸與硫代硫酸鈉
- (C) 氯化鋇與碳酸鈉
- (D) 鹽酸與碳酸鈉
- (E) 硫代硫酸鈉與碳酸鈉

19. 下列哪些溶液組合會發生氧化還原反應？（單選）

- (A) 鹽酸與氯化鋇
- (B) 鹽酸與硫代硫酸鈉
- (C) 氯化鋇與碳酸鈉
- (D) 鹽酸與碳酸鈉
- (E) 硫代硫酸鈉與碳酸鈉

20. 下列哪些溶液組合會產生沉澱？（多選）

- (A) 鹽酸與氯化鋇
- (B) 鹽酸與硫代硫酸鈉
- (C) 氯化鋇與碳酸鈉
- (D) 鹽酸與碳酸鈉
- (E) 硫代硫酸鈉與碳酸鈉

21. 已知甲溶液會與其他兩種溶液發生肉眼可見的變化，則小明能否得知甲溶液的成分為何？（單選）

- (A) 可以，甲為鹽酸
- (B) 可以，甲為氯化鋇
- (C) 可以，甲為硫代硫酸鈉
- (D) 可以，甲為碳酸鈉
- (E) 否，須進一步實驗才能確定其成分

22. 已知丙溶液與甲溶液混合時會產生氣泡，而與丁溶液混合時會產生淡黃色沉澱，則丙溶液與丁溶液的成分分別為何？（單選）

- (A) 鹽酸；氯化鋇
- (B) 鹽酸；硫代硫酸鈉
- (C) 氯化鋇；碳酸鈉
- (D) 鹽酸；碳酸鈉
- (E) 硫代硫酸鈉；氯化鋇

第貳部分：非選擇題（占26分）

說明：本部分共有二大題，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。計算題必須寫出計算過程，最後答案應連同單位劃線標出。作答務必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、在「科學日」活動中，王同學見到蕭老師表演趣味化學實驗。只見蕭老師在一培養皿中加入數滴綠色水溶液後，再以兩支迴紋針做為「電子筆」，竟可在溶液中悠遊作畫，讓溶液顯現不同顏色，如圖 11 所示。



圖 11

王同學對此實驗十分著迷，於是寫信請教蕭老師。蕭老師了解其動機後，不僅為他講解實驗原理，更鼓勵他以家中現有器材進行仿效，自行設計，發揮創意；其實驗設計如下：

1. 以一烘焙用鋁箔盤（圖 12）代替培養皿，再剪裁一張大小合適的白色咖啡濾紙，覆蓋其上。
2. 取一瓷碗，滴入數滴藥用碘酒（圖 13）。再擠入若干滴新鮮檸檬汁（圖 14），碘酒逐漸褪成無色。
3. 加入數滴剛煮出的白米漿（圖 15）。以少許冷水調合均勻後，倒入鋁箔盤中。
4. 以一導線連接鋁箔盤於一只 9 V 電池的負極。
5. 取一鉛筆，削去兩端木質包覆，一端連接於電池的正極，如圖 16，再以鉛筆的另一端在紙上作畫。

王同學完成上述步驟後，發現黑色鉛筆竟可在白紙上書寫出藍色字跡。依據其實驗步驟與結果，回答下列問題。



圖 12



圖 13



圖 14



圖 15

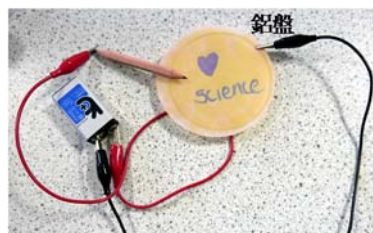


圖 16

1. 在本實驗中鋁盤的主要功用為何？（2分）
2. 在步驟 2 中加入檸檬汁的目的為何？（2分）
3. 加入米漿的主要目的為何？（2分）
4. 圖 6 中藍色字跡主要涉及哪兩種化學反應？（2分）

二、小明不小心被玻璃割傷手，老師以雙氧水塗抹消毒傷口，傷口立時出現許多白色泡沫，老師解釋說這是因雙氧水遇到血液分解產生氧氣。小明好奇的查了網路資料，發現雙氧水是 3% H_2O_2 水溶液，在室溫下會慢慢地分解成氧氣與水。若加入少量 KI 水溶液或 MnO_2 粉末，則會加速分解，如圖 17。小明因此在一支 50 mL 量筒中加入 3 滴洗碗精及 5 mL 雙氧水，然後加入 0.1 g 的 MnO_2 。混合均勻後，隨即測量量筒內肥皂泡的體積（V）與時間的變化關係，所得結果如表 4。



圖 17 雙氧水分解反應裝置圖

表 4 雙氧水分解產生肥皂泡之體積與時間關係

試驗	肥皂泡體積 (mL) $\text{MnO}_2(g)$	時間 (s)						
		0	10	20	30	40	50	60
1	0.1	0	10	20	30	40	45	45
2	0.2	0	X	Y	Z			

1. 寫出雙氧水中主成分過氧化氫分解反應的平衡反應式。（2分）
2. 寫出過氧化氫分解反應中氧化劑與還原劑。（2分）
3. 繪製加入 0.1 g 之 MnO_2 粉末時，所產生肥皂泡的體積（V）與時間（t）關係圖。（2分）
4. 已知 MnO_2 是一固態觸媒，小明若以相同的反應條件操作實驗，但增加 MnO_2 的使用量至 0.2 g，則在第 10 秒時所量測到的肥皂泡體積，X，將大於、小於或等於 10 mL？簡述你的論點。（2分）

三、王老師教完有關化學平衡、物質的狀態等章節後，想測試學生是否已掌握其中精髓，於是出了下列試題予以測試，要同學們利用簡單的圖例代表物質的分子，描述碳酸鈣固體在一固定體積的真空容器中，經加熱分解生成二氧化碳的情形，例如以含有「X」的長方形代表 $\text{CaCO}_3(s)$ 、長方形的框框代表 $\text{CaO}(s)$ 、圓形代表 $\text{CO}_2(g)$ ，畫出反應前、加熱中、與加熱至定溫並達成平衡後，各物質瞬間分布的圖像（假設容器中粒子的大小、多寡不影響容器的空間）。作答完畢後，王老師將小明的答案公布如下：

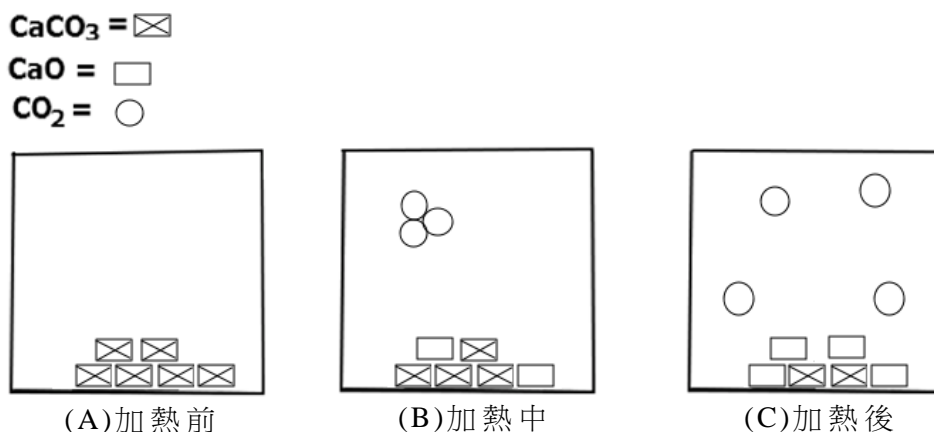


圖 18 小明的作答情形

圖中顯示定量的碳酸鈣在定容的密閉容器中，加熱分解過程的示意圖，其中：(A)為加熱前、(B)為加熱中、而(C)為加熱後並在定溫下達到平衡。

根據圖 18，回答下列問題。

1. 老師認為小明所作答的圖形中有一張不合理？試指出那一張不合理，並詳述理由。（2分）
2. 經老師指正後，小明訂正答案。試模仿小明的訂正結果，畫出一張在同溫同壓下，系統已達平衡，且經一段時間後，各物質的分布圖。（2分）
3. 承子題 2，若維持壓力不變，但降低系統溫度，則各物質的分布將如何變化？畫出一張各物質重新達成平衡後的分布圖。（2分）
4. 若在同溫同壓下，將系統的體積減少一半，再令其達到平衡，則各物質的分布又會如何變化？畫出一張各物質平衡後的分布圖。（2分）
5. 若該分解反應改在開放系統中進行，則各物質的分布又會如何變化？畫出一張在此條件下實驗停止後，各物質的分布圖。（2分）