

財團法人大學入學考試中心基金會

113學年度分科測驗試題

化學考科

請於考試開始鈴響起，在答題卷簽名欄位以正楷簽全名

—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「答題卷」上作答；更正時以橡皮擦擦拭，切勿使用修正帶（液）。
- 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，可以使用修正帶（液）。
- 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。
- 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 $R = 0.0820 \text{ L atm K}^{-1}\text{mol}^{-1} = 8.31 \text{ J K}^{-1}\text{mol}^{-1}$

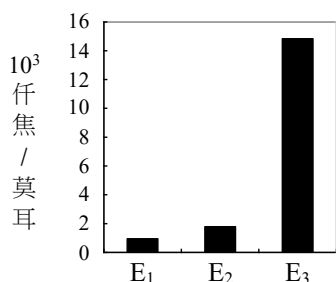
第壹部分、選擇題（占76分）

一、單選題（占28分）

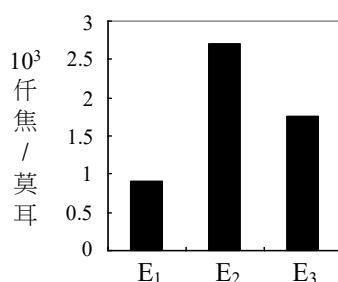
說明：第1題至第7題，每題4分。

1. 元素 (${}^9_4\text{X}$) 的第一游離能為 E_1 ，第二游離能為 E_2 ，第三游離能為 E_3 。將 E_1 、 E_2 及 E_3 的數值大小以柱狀圖表示並繪製如下，則下列何者正確？

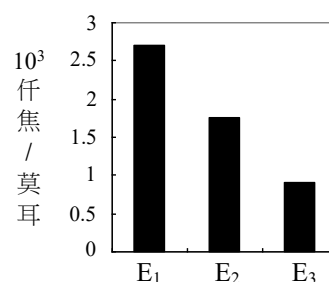
(A)



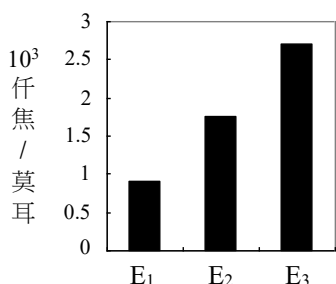
(B)



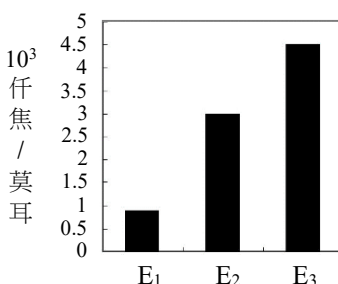
(C)



(D)



(E)



2. 下列有關 N_2 、 N_2H_2 及 N_2H_4 三種分子組成與結構的敘述，何者正確？

(A) 孤對電子數： $\text{N}_2 > \text{N}_2\text{H}_2 > \text{N}_2\text{H}_4$

(B) 鍵結電子對的總數： $\text{N}_2 > \text{N}_2\text{H}_2 > \text{N}_2\text{H}_4$

(C) N-N 鍵長的大小： $\text{N}_2 > \text{N}_2\text{H}_2 > \text{N}_2\text{H}_4$

(D) N_2H_4 中 N-N-H 的鍵角為 120°

(E) N_2H_2 為一平面分子

3. 下列有關酸鹼滴定的敘述，何者正確？

(甲) 讀取滴定管內溶液的體積時，視線應與液面的最低處對齊

(乙) 將滴定溶液填入乾淨滴定管前，先以滴定溶液潤洗滴定管

(丙) 以 NaOH 溶液滴定未知酸溶液時，可直接使用剛配製好的 NaOH 溶液進行滴定，直接得知此未知酸的濃度

(丁) 滴定進行時，須不斷搖動錐形瓶使酸鹼溶液充分混合，一旦指示劑開始變色，即可停止滴定，並讀出數值

(A) (甲) (乙)

(B) (乙) (丙)

(C) (甲) (丙)

(D) (甲) (丁)

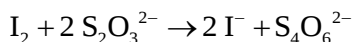
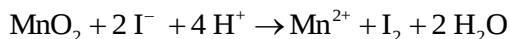
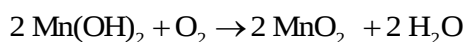
(E) (丙) (丁)

4-5題為題組

陳同學依據下述三步驟，對某湖水樣進行溶氧量分析：

- I. 量取 97.0 mL 水樣，置於一 100 mL 容量瓶中，加入 1.0 mL 硫酸亞錳 ($\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 以及 1.0 mL 鹼性碘化鈉後，激烈搖晃，使瓶內溶液混合均勻，此時溶液中產生 MnO_2 沉澱。
- II. 待沉澱不再增加後，隨即加入 1.0 mL 濃硫酸，並以蒸餾水稀釋至刻度。
- III. 從容量瓶中取出 10.0 mL 溶液，隨即以 0.015 M 硫代硫酸鈉溶液 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 滴定。當滴定到達終點時，共耗去 0.52 mL 硫代硫酸鈉溶液。

4. 根據下列反應，一莫耳的氧氣可消耗多少莫耳硫代硫酸鈉？



- (A) 6 (B) 5 (C) 4 (D) 3 (E) 2

5. 下列哪一數值最接近水樣中的溶氧量 (單位：M)？ ($0.015 \times 0.52 = 7.8 \times 10^{-3}$)

- (A) 1.0×10^{-4} (B) 2.0×10^{-4} (C) 4.0×10^{-4} (D) 6.0×10^{-4} (E) 8.0×10^{-4}

6. 25°C 時，甲、乙、丙三種物質溶於水的性質，如表 1 所示：

表 1

物質 \ 性質	溶解度	溶液的 pH
甲	可溶	小於 7.0
乙	難溶	大於 7.0
丙	可溶	大約為 7.0

根據表中的敘述，甲、乙、丙分別可能是下列哪些物質？

物質 \ 選項	甲	乙	丙
(A)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Na_2CO_3
(B)	CH_3COOH	NaHCO_3	Na_2SO_4
(C)	AgCl	KCl	CaCl_2
(D)	MgCl_2	MgSO_4	NaOH
(E)	CH_3COOH	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	NaCl

7. 某蛋白質中鐵元素的重量百分比為 0.33%，將此蛋白質 0.20 克溶於水中配成 10.0 毫升的溶液，此溶液在 25°C 下的滲透壓為 5.5 torr。每莫耳的此蛋白質含有多少莫耳的鐵原子？ (已知 $1 \text{ atm} = 760 \text{ torr}$ 、 $\frac{20 \times 82 \times 298 \times 760}{5.5} = 6.75 \times 10^7$ 、

Fe 的原子量 = 56.0)

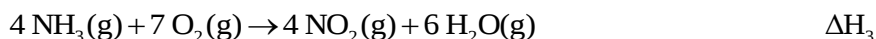
- (A) 5 (B) 4 (C) 3 (D) 2 (E) 1

二、多選題（占48分）

說明：第8題至第19題，每題4分。

8. 在 20°C時，氯化鈣、氯化鉀及草酸鉀在 100.0 克水中的溶解度分別為 74.5、34.2 及 30.0 克。草酸鈣的莫耳溶解度為 $4.8 \times 10^{-5} \text{ M}$ 。根據上述的數據，下列敘述哪些正確？（草酸鈣的莫耳質量為 128 g/mol）
- (A) 草酸鈣的溶解度約為 6.1×10^{-4} 克/100.0 克水
- (B) 草酸鈣的 K_{sp} 為 2.3×10^{-9}
- (C) 100.0 克的水不能同時完全溶解 34.2 克氯化鉀和 74.5 克氯化鈣
- (D) 將 3 克氯化鈣粉末置入 130.0 克草酸鉀飽和水溶液中，充分攪拌後，無沉澱產生
- (E) 於 134.2 克的氯化鉀飽和水溶液中加入 1.0 克草酸鉀。經充分攪拌後，溶液內仍有固體存在。這些固體是未能溶解的草酸鉀

9. 已知下列三個反應式與其反應熱如下：



則下列關係式中，哪些正確？

- (A) $\Delta H_2 = \Delta H_1 + \Delta H_3$
- (B) $\Delta H_2 = \Delta H_1 - \Delta H_3$
- (C) $\Delta H_1 = [\text{NH}_3(\text{g}) \text{ 的莫耳生成熱}] \times 4$
- (D) $\Delta H_2 = [\text{NO}_2(\text{g}) \text{ 的莫耳生成熱}] \times 4$
- (E) $\Delta H_3 = [\text{NO}_2(\text{g}) \text{ 的莫耳生成熱}] \times 4 + [\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \text{ 的莫耳生成熱}] \times 6 - [\text{NH}_3(\text{g}) \text{ 的莫耳生成熱}] \times 4$
10. 某未知結構的有機化合物甲，其分子式為 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ 。下列有關甲的敘述，哪些正確？
- (A) 若甲為羧酸，則甲可能為 2-甲基丙酸
- (B) 若甲為二醇類，則可能有順反異構物
- (C) 若甲為酯類，則甲可能為乙酸丙酯
- (D) 若甲含有環結構，則甲可能有四員環結構
- (E) 若甲含有羥基，則甲不可能同時含有羰基（ $\text{C}=\text{O}$ ）

11. 圖 1 為一種細菌的氫化酶活性中心的結構，除含有一般配位基外，另以 4 個半胱胺酸的硫與金屬離子配位。圖 2 為半胱胺酸的結構。下列關於圖 1 與圖 2 內容的敘述，哪些正確？

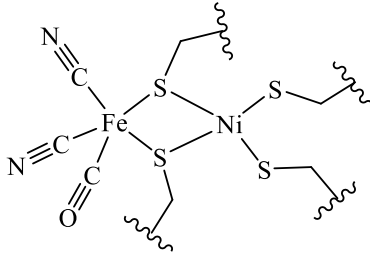


圖 1

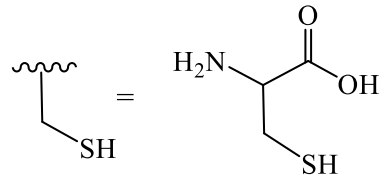
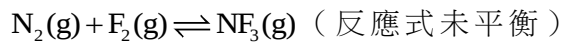


圖 2

- (A) 鎳離子的配位數為 4
(B) 鐵離子的配位數為 6
(C) 在鐵離子上有兩個配位基為 CN^-
(D) 半胱胺酸具有醯胺鍵，為一種蛋白質
(E) 半胱胺酸的硫原子有多對孤對電子，可以同時配位在兩金屬上
12. 在 25°C 下，將 1.0 M 的醋酸稀釋至 0.1 M ，則下列哪些數值會增加？
(CH_3COOH 的解離常數為 K_a)
- (A) pH (B) $[\text{OH}^-]$ (C) $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$
(D) K_a (E) $\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$
13. 若將 N_2 、 F_2 及 NF_3 裝入一 0.656 升的密閉容器中，再藉由加熱使其進行下列反應：



已知在 527°C 反應達平衡時，容器內各氣體的分壓分別為

$$P_{\text{N}_2} = 0.040\text{ atm}, \quad P_{\text{F}_2} = 0.060\text{ atm}, \quad P_{\text{NF}_3} = 0.700\text{ atm}$$

若三者皆符合理想氣體性質，則下列相關敘述，哪些正確？
($\frac{7^2}{4 \times 6^3} = 5.67 \times 10^{-2}$)

- (A) 平衡反應式之最簡整係數總和為 6
(B) 密閉容器內的氣體總壓力為 0.80 atm
(C) 密閉容器內 N_2 的莫耳數為 6.1×10^{-4} 莫耳
(D) 此反應 K_p 的數值為 5.67×10^2
(E) 此反應 K_c 的數值大於 K_p

14. 實驗室中有甲、乙、丙、丁、戊五瓶試藥，已知可能是葡萄糖、乙醇、乙醛、丙酮、正己烷。李同學想利用高中化學所學，來區分此五種試藥，並在黃老師的指導下，設計下列實驗流程（圖 3）。根據此流程，則下列哪些敘述正確？

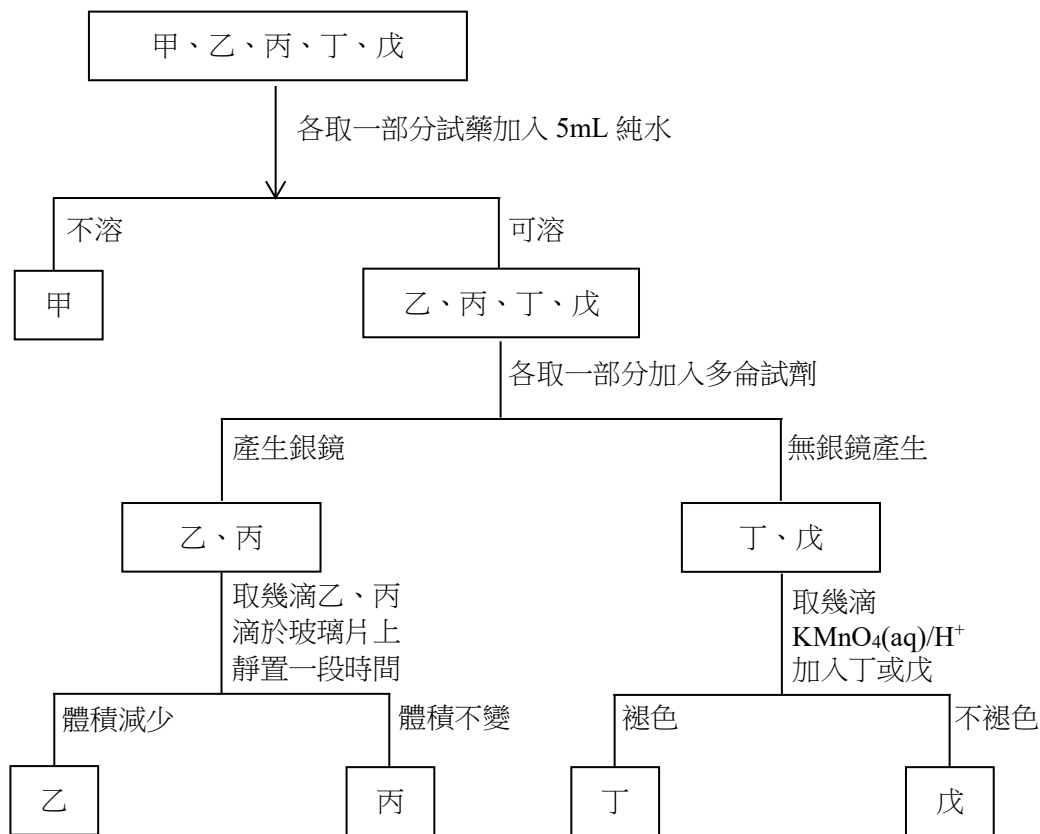


圖 3

- (A) 甲為正己烷
(B) 乙為乙醛
(C) 丙為丙酮
(D) 丁為乙醇
(E) 戊為葡萄糖

15. 紫杉醇為一種用來治療多種癌症的藥物，結構如圖 4 所示。下列有關紫杉醇的敘述，哪些正確？

- (A) 此分子含有分子內氫鍵
- (B) 分子內含有1個醚的基團
- (C) 分子內含有5個C=O雙鍵
- (D) 此分子為一平面分子
- (E) 會與二鉻酸鉀溶液發生氧化還原反應

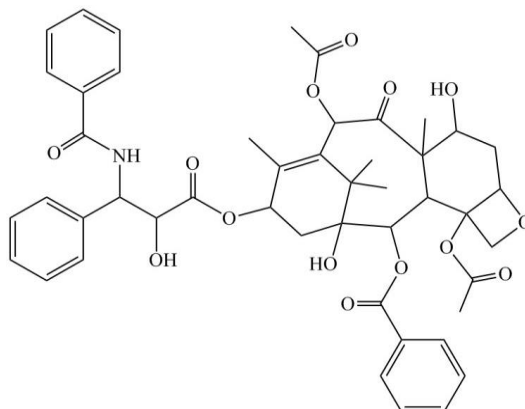


圖 4

16. 華生為探究銅的性質，在老師的指導下進行以下實驗：

實驗一：取適量銅粉置入裝有 0.1 M 棕黃色 FeCl_3 溶液的試管中，充分反應後，溶液變成藍色，表示有 Cu^{2+} 的產生。2 天後溶液顏色變成淺藍，同時有白色沉澱生成，檢驗後得知白色沉澱是 CuCl 。

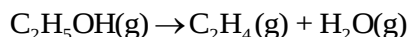
實驗二：取實驗一的澄清淺藍色溶液置入於一試管中，取 0.10 M 的 KSCN 溶液滴入該試管中，溶液瞬間變成紅色，同時出現白色沉澱。搖盪試管，紅色逐漸褪去，白色沉澱增加。檢驗後得知白色沉澱是 CuSCN 。

實驗三：滴 0.10 M 的 KSCN 溶液於裝有 2 mL 的 0.1 M CuSO_4 溶液的試管中，無白色沉澱產生。

已知 CuCl 和 CuSCN 均為難溶於水的白色固體。下列關於以上三個實驗結果的推論，哪些正確？

- (A) 實驗一產生藍色溶液的反應： $\text{Cu} + 2 \text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2 \text{Fe}^{2+}$
- (B) 實驗一溶液由藍色變淺藍與 CuCl 沉澱，溶液中進行的反應：
$$\text{Cu} + \text{Cu}^{2+} + 2 \text{Cl}^- \rightarrow 2 \text{CuCl}$$
- (C) 實驗二的紅色溶液是因 Fe^{2+} 與 SCN^- 反應，產生 $[\text{Fe}(\text{SCN})]^+$ 所致
- (D) 實驗二紅色逐漸褪去的原因是 Fe^{3+} 被完全消耗了
- (E) 由實驗三的結果可推論，實驗二的白色沉澱不是由 Cu^{2+} 與 SCN^- 反應所產生

17. 乙醇在高溫（ $> 500\text{ K}$ ）下，於氧化鋁的表面上會進行以下的反應：



若於一密閉容器中進行此反應，在不同的時間所量得容器內的氣體總壓力如圖 5 所示。下列哪些敘述正確？

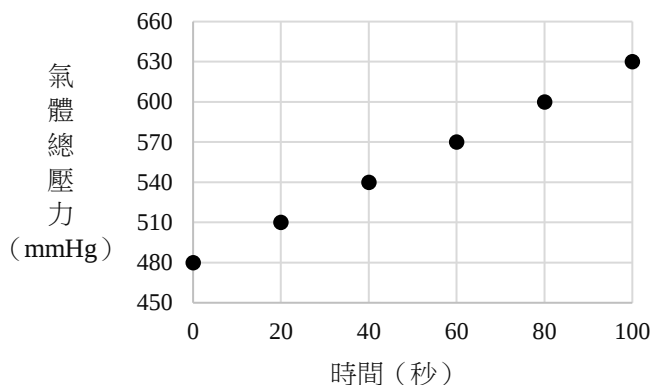


圖 5

- (A) 此為一級反應
 (B) 乙醇的量減少至原來的一半時，需時 160 秒
 (C) 此反應的速率常數為 15 mmHg/秒
 (D) 第 40 秒時， C_2H_4 的生成速率為 1.5 mmHg/秒
 (E) 反應時間為 50 秒時，乙醇的分壓為 405 mmHg
18. 造成臭氧層破壞的可能化學反應，主要來自下列兩個步驟：
- 步驟一： $\text{O}_3 + \text{Cl} \rightarrow \text{O}_2 + \text{ClO}$ （慢）
 步驟二： $\text{ClO} + \text{O} \rightarrow \text{Cl} + \text{O}_2$ （快）
- 若此反應的速率定律可表示為 $r = k[\text{O}_3][\text{Cl}]$ ，則下列有關臭氧分解的相關敘述，哪些正確？
- (A) Cl 是反應的催化劑
 (B) ClO 是反應的中間產物
 (C) O_2 是反應的中間產物
 (D) 反應的速率決定於步驟一
 (E) 反應的速率決定於步驟二
19. 下列有關化合物甲、乙、丙及丁的敘述，哪些正確？
- | | | | |
|--------------------------------------|-------------------|--|--|
| 甲： $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ | 乙： HCOOH | 丙： $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ | 丁： $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ |
| 分子量 = 46.07 | 分子量 = 46.07 | 分子量 = 44.10 | 分子量 = 45.09 |
- (A) 四種化合物中，甲與水可形成最多的分子間氫鍵
 (B) 乙的沸點最高
 (C) 常溫、常壓下丙的蒸氣壓最高
 (D) 僅乙溶於水呈酸性，其餘三個化合物溶於水呈中性
 (E) 甲與乙兩化合物於少量濃硫酸的條件下反應，會生成具有香味的產物

第貳部分、混合題或非選擇題（占24分）

說明：本部分共有 4 題（組），選擇題每題 4 分，非選擇題配分標於題末。限在答題卷標示題號的作答區內作答。

選擇題與「非選擇題作圖部分」使用 2B 鉛筆作答，更正時以橡皮擦擦拭，切勿使用修正帶（液）。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。

20-21題為題組

「鈣迴路」捕獲二氧化碳（ CO_2 ）是一種燃燒後處理技術。其原理是利用石灰（ CaO ）在高溫（ $> 600^\circ\text{C}$ ）下吸收二氧化碳並形成灰石（ CaCO_3 ），灰石在高溫煅燒爐中可再生成石灰及高純度的二氧化碳。捕獲二氧化碳的石灰常經由煅燒灰石製備，石灰也可經由煅燒草酸鈣石（ $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ）而得；經由後者方法製備而得的石灰更加疏鬆多孔，表面積大，捕獲二氧化碳效率更高。

某生以熱重量分析儀研究 3.65 毫克草酸鈣石受熱過程中固體質量隨溫度變化的情況，如圖 6 所示。橫坐標為溫度變化，其縱座標為殘留固體在當時溫度下的質量與起始固體質量的比值。

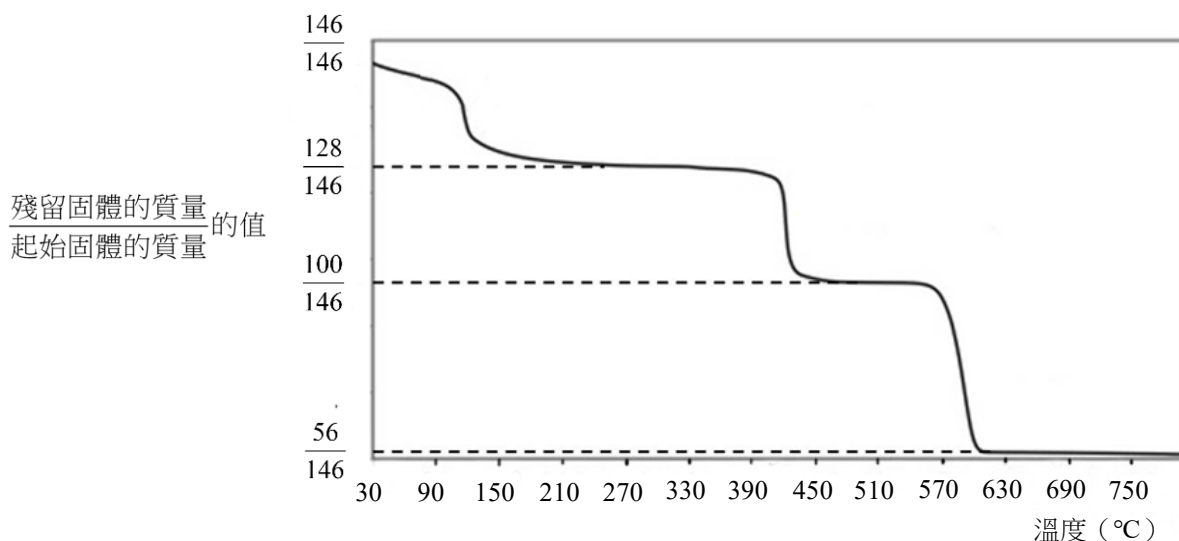
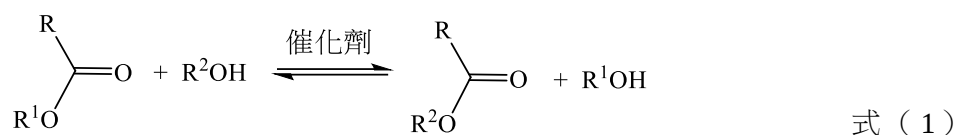


圖 6

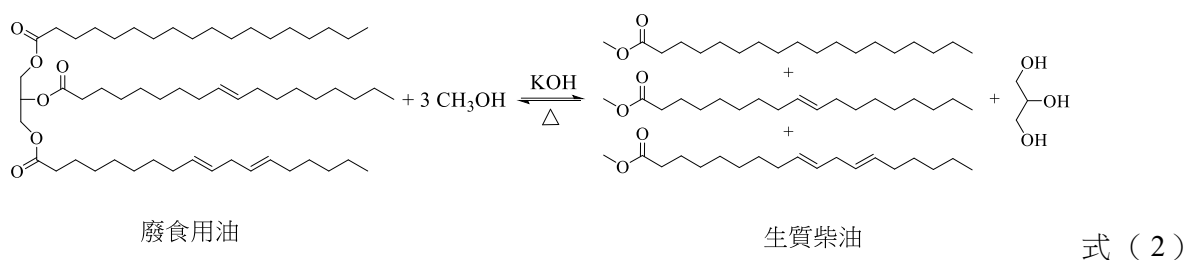
20. 在 $360\text{--}480^\circ\text{C}$ 範圍內進行的化學反應為何？以最簡整係數的反應式表示。(2 分)
21. 煅燒草酸鈣石產生的石灰較煅燒灰石產生的石灰疏鬆多孔，李同學推論其原因為：煅燒等莫耳數的草酸鈣石與灰石，草酸鈣石所產生較多氣體所致，以相關化學反應式說明李同學的推論。(2 分)

22-24題為題組

生質柴油是具有發展性可替代石油的永續能源之一，可直接或混合石化柴油作為燃料。生質柴油是脂肪酸單烷基酯，可利用廢食用油脂，經由酯交換反應得到，如式（1）所示。酯交換反應可經由鹼或酵素催化進行，其中鹼催化反應的反應速率快，且催化劑用量較少，成本低廉，常用於製備生質柴油。



小華依據化學反應式（2），在實驗室中製備生質柴油；取 0.12 克氫氧化鉀溶於 3 毫升甲醇（約為 0.074 莫耳）後放入試管中，再加入 12 毫升的廢食用油（約為 0.012 莫耳），充分混合並加熱使反應完全。



22. 石化柴油的主要成分為含 15 到 20 個碳原子的鏈狀烷類、環狀烷類或芳香烴類。下列關於上述生質柴油的敘述，哪些正確？（多選）
- (A) 生質柴油屬於鏈狀烷類
 - (B) 式（2）中，甲醇為催化劑
 - (C) 生質柴油是具有酸性的有機化合物
 - (D) 每莫耳生質柴油的氧原子含量高於石化柴油
 - (E) 具有不飽和碳-碳雙鍵的生質柴油，可進行氫化反應

23. 小華發現上述反應前後的試管中有不互溶的液體（圖 7），已知相關反應物與產物的密度與分子量列於表 2。

表 2

反應物與產物	密度 (g/cm^3)	分子量 (g/mol)
甲醇	0.79	32
廢食用油	0.92	884
甘油	1.26	92
生質柴油	0.88	294-298

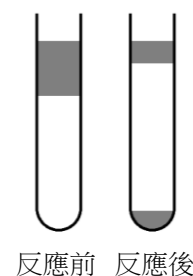


圖 7

下列敘述哪些正確？（多選）

- (A) 反應前上層為廢食用油
- (B) 反應前上層溶液可使紅色石蕊試紙變色
- (C) 反應後最下層溶液可使藍色石蕊試紙變色
- (D) 反應後無甲醇剩餘
- (E) 反應後產生的甘油約 1.10 克

24. 反應後試管內的液體，可用下列甲、乙兩實驗器材來分離，回答下列問題：

(甲)



(乙)



- (1) 寫出甲、乙兩器材的名稱。（2分）
- (2) 若將反應後的溶液，置於器材（乙）中，則器材（乙）中的最上層與最下層的物質分別為何？（2分）

背面還有試題

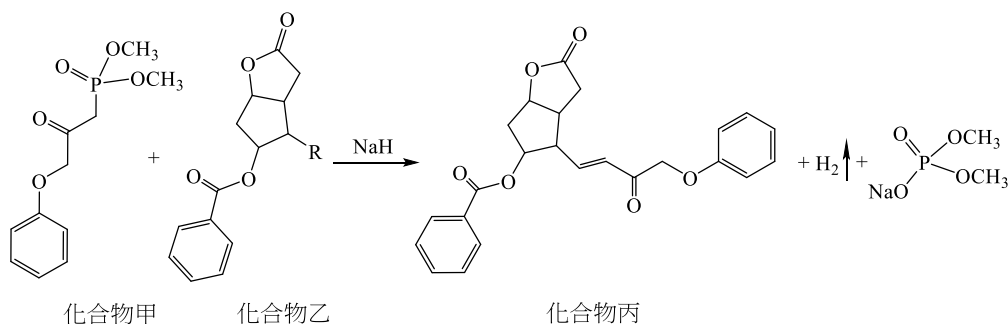
25. 固體甲（莫耳質量 252 g/mol）為含金屬 X 的橙色離子化合物，1 莫耳甲完全溶解於水時，溶液呈現橙色，且產生 2 莫耳陽離子及 1 莫耳陰離子。將過量氫氧化鈉溶液，加入上述的水溶液中，溶液變為黃色，同時產生刺鼻氣味。

1 莫耳固體甲，受熱完全分解後，產生 1 莫耳產物乙（莫耳質量 152 g/mol）、1 莫耳氣體產物丙（莫耳質量 28 g/mol）及氣體產物丁（莫耳質量 18 g/mol）。剛反應完成瞬間，產物丁的體積為產物丙的 4 倍。其中，產物乙為化學式 X_2O_3 的綠色固體；產物丙為無色雙原子氣體，為空氣中含量最多的氣體，且可與鎂帶進行反應；產物丁生成時為氣態，但在常溫常壓下為無色液體、可使白色硫酸銅固體變為藍色。

根據上述，寫出固體甲、產物乙、產物丙及產物丁的化學式。（4 分）

26-27 題為題組

他氟前列素（ $C_{25}H_{34}F_2O_5$ ）為一種可以用來控制青光眼緩解高眼壓的藥物。式（3）為合成他氟前列素的一個重要步驟，在強鹼 NaH 作用下，化合物甲與化合物乙反應可生成化合物丙。將多倫試劑加入含有化合物乙的試管中，可於試管壁形成金屬光澤的薄膜。



式（3）

根據上述，回答下列問題：

26. 畫出化合物乙中取代基 R 的結構。（2 分）

27. 化合物乙在酸性條件下，完全水解後，可得到產物丁與戊。其中，產物丁具有共振結構，且產物丁的鈉鹽可作為防腐劑。畫出產物丁的化學結構。（2 分）