

2020 年第 52 屆國際化學奧林匹亞競賽

國內初選筆試一題目卷

答題注意事項

- 學生證及身分證置於桌面右上角備查。
- 筆試時間：**14:00 ~ 16:00**（共 **120** 分鐘）
- 請用 2B 軟性鉛筆畫記答案卡。
- 非選擇題作答請用藍色或黑色原子筆（以其餘筆作答，不予計分），可使用立可白塗改，如修改不清楚，不予計分。
- 答案卡須寫上姓名，並確認答案卡編號與考生編號一致。
- 非選擇題答案卷第一頁的上方，需寫上姓名及編號。
- 本題目卷連同本頁共計 10 頁，總分 200 分，包含下列三類試題。
 - 一、單選題
共 24 題，題號 1~24，每題選出一個最適當的選項，依題號標示在答案卡上。每題答對得 **3** 分，答錯不倒扣，未作答者，不給分亦不扣分，共計 **72** 分。
 - 二、多選題
共 16 題，題號 25~40，每題有 5 個選項，其中至少有 1 個是正確的選項，依題號標示在答案卡上。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，所有選項均未作答或答錯多於 2 個選項者，該題以零分計算。共計 **64** 分。
 - 三、非選擇題
共 4 題，共計 **64** 分。答案必須寫在非選擇題答案卷之相對應區域，否則不予計分。作答時不必抄題，但必須寫出過程。
- 考生不得攜帶及使用電子計算機，呼叫器、行動電話及計時器等所有電子產品，在考試期間務必關機並置於臨時置物區。震動或響鈴，視同作弊違規。
- 計算所需之原子量，需使用下頁週期表之數值。
- 考試完畢題目卷、答案卡及答案卷一起繳交監考老師，不得攜出場外。
- 考試開始 40 分鐘後才可以交卷。
- 考試題目及答案將公布於化學奧林匹亞網站 <http://www.twicho.tw/>。

週期表

1 H 1																	2 He 4
3 Li 7	4 Be 9											5 B 11	6 C 12	7 N 14	8 O 16	9 F 19	10 Ne 20
11 Na 23	12 Mg 24											13 Al 27	14 Si 28	15 P 31	16 S 32	17 Cl 35.5	18 Ar 40
19 K 39	20 Ca 40	21 Sc 45	22 Ti 48	23 V 51	24 Cr 52	25 Mn 55	26 Fe 56	27 Co 59	28 Ni 59	29 Cu 63.5	30 Zn 65	31 Ga 70	32 Ge 73	33 As 75	34 Se 79	35 Br 80	36 Kr 84
37 Rb 85.5	38 Sr 88	39 Y 89	40 Zr 91	41 Nb 93	42 Mo 96	43 Tc	44 Ru 101	45 Rh 103	46 Pd 106.5	47 Ag 108	48 Cd 112	49 In 115	50 Sn 119	51 Sb 122	52 Te 128	53 I 128	54 Xe 131
55 Cs 133	56 Ba 137	57 La 139	72 Hf 178	73 Ta 181	74 W 184	75 Re 186	76 Os 190	77 Ir 192	78 Pt 196	79 Au 197	80 Hg 201	81 Tl 204	82 Pb 207	83 Bi 209	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113					

58 Ce 140	59 Pr 141	60 Nd 144	61 Pm	62 Sm 150	63 Eu 152	64 Gd 157	65 Tb 159	66 Dy 163	67 Ho 165	68 Er 167	69 Tm 169	70 Yb 173	71 Lu 175
90 Th 232	91 Pa 231	92 U 238	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

常數及公式

理想氣體常數

$$R = 8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$$

$$= 0.082 \text{ L}\cdot\text{atm/mol}\cdot\text{K}$$

亞佛加厥常數

$$N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

浦朗克常數

$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

氫原子光譜常數:

$$E_n = -2.18 \times 10^{-18} \text{ J/n}^2$$

法拉第常數

$$F = 96485 \text{ A}\cdot\text{s/mol}$$

光速

$$c = 2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$$

能量轉換

$$1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$$

阿瑞尼斯方程式

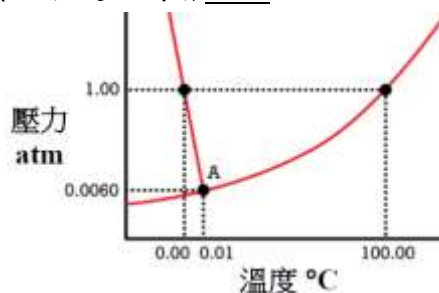
$$k = Ae^{-E_a/RT}$$

一、單選題

- 在鋰二價離子 (Li^{2+}) 之發射光譜中, $n=4 \rightarrow n=2$ 之譜線波長為 $X \text{ nm}$, 則基態鋰原子之第三游離能為 $X \text{ nm}$ -光子之能量的多少倍?
(A) $4/3$ (B) 2 (C) $8/3$ (D) 4 (E) $16/3$
- 右列七種分子或離子中, 共有幾種為直線形? CO_2 、 SO_2 、 SF_2 、 HCN 、 C_2H_2 、 NO_2^+ 、 NO_2^-
(A) 2 (B) 3 (C) 4 (D) 5 (E) 6
- 將甲容器中的氫氣和氧氣混合氣體經由針孔逸散至一個真空的乙容器中。經過一段時間後, 若乙容器中之氫氣和氧氣的分壓相同, 則氫氣在原混合氣體中的莫耳分率為多少?
($H=1.0$, $O=16$)
(A) 0.2 (B) 0.4 (C) 0.5 (D) 0.6 (E) 0.8

- 由純水之相圖 (A 為三相點) 判斷下列有關純水性質之敘述, 何者**錯誤**?

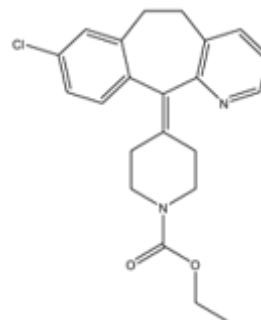
- 水的最低沸點為 0.01°C
- 水的最高凝固點為 0.01°C
- 冰的最高昇華點為 0.01°C
- 水存在的最低溫度為 0.01°C
- 在三相點時, 冰和水的蒸氣壓相同



- 考慮基態銅一價離子 (Cu^+) 之電子組態, 下列敘述何者**錯誤**? (銅: $Z=29$)
(A) 具有 $l=1$ 之電子數為 12 個
(B) 具有 $l=2$ 之電子數為 10 個
(C) 具有 $n=3$ 之電子數為 16 個
(D) 具有 $m_s = -1/2$ 之電子數為 14 個
(E) 沒有不成對電子
- 放射性磷-32 (P-32) 之半生期為 14.3 天。若某 P-32 樣品每分鐘發生 54 次衰變, 則此樣品含有多少個 P-32 原子?
(A) 5.4×10^5 (B) 1.6×10^6 (C) 5.4×10^6 (D) 8.6×10^6 (E) 1.6×10^7
- 實驗室中有鎂帶、氯水、氧氣及稀硝酸四種物質。下列何者與以上所有物質皆可進行氧化還原反應?
(A) 氫硫酸 (B) 硫代硫酸鈉溶液 (C) 氯化鐵溶液
(D) 碘化鈉溶液 (E) 小蘇打溶液
- CaC_2 和 ZnC_2 、 Al_4C_3 、 Mg_2C_3 、 Li_2C_2 等皆為離子化合物, CaC_2 與水反應可製備乙炔。下列何組化合物分別跟水反應, 前者會生成丙炔而後者產生甲烷?
(A) ZnC_2 、 Al_4C_3 (B) Mg_2C_3 、 Al_4C_3 (C) Al_4C_3 、 Li_2C_2
(D) Li_2C_2 、 ZnC_2 (E) Mg_2C_3 、 Li_2C_2

9. 某磁性材料的主要化學成份為 $\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_{4+x}$ ，若 $x = 0.5$ ，則下列對此化學物質的組成相關敘述何者**錯誤**？
- (A) 只含有 Co^{3+} 、 Fe^{3+}
 (B) 含有 Co^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+}
 (C) Co^{3+} 與 Fe^{3+} 的莫耳數比為 1:1
 (D) Co^{3+} 與 Fe^{2+} 的莫耳數比為 1:4
 (E) Co^{3+} 與 Fe^{3+} 的莫耳數比為 1:4
10. 常溫下，將等莫耳數的銅片、鐵片、鋁片、鋅片及銀片分別置入 5 個小燒杯中，然後各加入足量的濃硝酸，何者產生最多的 NO_2 氣體？
- (A) 銅片 (B) 鐵片 (C) 鋁片 (D) 鋅片 (E) 銀片
11. 將等莫耳數的①Na、② Na_2O 、③ Na_2O_2 和④NaOH 分別與足量的水反應後，以水稀釋至體積皆相等。所得的四個溶液，哪些濃度相同？
- (A) ①和② (B) ②和③ (C) ③和④ (D) ①和④ (E) ②和④
12. 將 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液滴入明礬溶液中，使 SO_4^{2-} 全部轉化成 BaSO_4 沉澱，此時鋁元素主要以何種形式存在於溶液中？
- (A) $[\text{Al}(\text{OH}_2)_6]^{3+}$ (B) $[\text{Al}(\text{OH})(\text{OH}_2)_5]^{2+}$ (C) $[\text{Al}(\text{OH})_2(\text{OH}_2)_4]^+$
 (D) $\text{Al}(\text{OH})_3$ (E) $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$
13. 取某酸 1.5 g 溶成 50 mL 水溶液，取出 30 mL，以 0.4 M NaOH 溶液滴定，加入 50 mL 之 NaOH 溶液，恰可達酚酞變色點，該酸性物質為何者？
- (A) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (B) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ (C) H_2SO_4 (D) NaH_2PO_4 (E) H_2CO_3
14. 自工業革命之後，人類大量使用石化原料，造成大氣中 CO_2 濃度飆升，如今大氣中 CO_2 已高達 400 ppm (v/v 體積比)。在 1 atm， 25°C 時，將 49.0 L 的乾燥後空氣通入足量的 NaOH 溶液中，假設 CO_2 完全被吸附，請問 NaOH 溶液重量會增加多少 mg？
- (A) 400 (B) 82 (C) 70.4 (D) 24.5 (E) 35.2 mg
15. 已知水的解離為吸熱反應，其解離常數 K_w 在 100°C 時為 49.0×10^{-14} ，下列敘述何者正確？
- (A) 在 4°C 時，純水之密度最小，解離度亦最低
 (B) 有 100°C 時，純水之 $[\text{H}^+] = 7.0 \times 10^{-7}$ ，則此溶液為中性
 (C) 100°C 之純水 pH > 0°C 之純水 pH
 (D) 在 80°C 時，酸性溶液的 $\text{pOH} + \text{pH} > 14$
 (E) 在 10°C 時，中性溶液 $\text{pH} < 7$
16. 甲基紅是常用的酸鹼指示劑之一，其本身也是一個有機酸，甲基紅變色範圍為 $\text{pH} = 4.4$ (紅) ~ 6.2 (黃)，下列何者數值最接近其酸解離常數：
- (A) 2×10^{-3} (B) 3×10^{-4} (C) 1×10^{-5} (D) 5×10^{-7} (E) 6×10^{-8}

17. 今有一 0.02 M KMnO_4 溶液 200 mL，在室溫 27°C 下，通入含有 SO_2 的氣體 300 mL 恰可使溶液顏色消失，請問此氣體中 SO_2 的分壓為多少 atm？
- (A) 0.90 (B) 0.82 (C) 0.56 (D) 0.41 (E) 0.30 atm
18. 下列何者不屬於共軛酸鹼對？
- (A) $\text{NH}_3, \text{NH}_4^+$ (B) $\text{HSO}_4^-, \text{SO}_4^{2-}$ (C) $\text{H}^+, \text{H}_2\text{O}$
 (D) $\text{H}_2\text{PO}_4^-, \text{PO}_4^{3-}$ (E) $\text{OH}^-, \text{H}_2\text{O}$
19. 下列哪一個化合物不能使石蕊試紙變紅色？
- (A) $\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{H}$ (B) $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ (C) CH_3COOH
 (D) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ (E) H_2CO_3
20. 有關具有分子式 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ 有機化合物的敘述，何者是正確的？
- (A) 有三個屬於醇類化合物，有四個屬於醚類化合物
 (B) 有三個化合物可以被二鉻酸鉀的酸性溶液氧化
 (C) 所有分子都可以溶於水
 (D) 有三個化合物可以與鈉反應
 (E) 只有一個異構物可與過錳酸鉀反應生成羧酸
21. 乙醇進行以下哪一個反應可以獲得醚類化合物？
- (A) 加入金屬鈉
 (B) 加入三倍量的濃硫酸之後，再加熱至 180°C
 (C) 加入同體積的濃硫酸之後，再加熱至 130°C
 (D) 加入同體積醋酸之後及少量硫酸之後，再加熱
 (E) 加入同體積的硫酸之後，再加入二鉻酸鉀
22. 某化合物完全燃燒之後，所得的 CO_2 和 H_2O 的莫耳數比為 1:1，以下有幾種化合物符合上述的描述？(1) 甲苯 (2) 丙炔 (3) 環己烷 (4) 丙酮 (5) 1-戊烯 (6) 乙二胺
- (A) 皆不符合 (B) 一種 (C) 二種 (D) 三種 (E) 四種
23. 下列顯示了氯雷他定 (Claritin[®]) 的分子結構，氯雷他定是美國最暢銷的抗組胺藥之一。請問有多少個碳原子屬於 sp^2 混成？
- (A) 14
 (B) 8
 (C) 22
 (D) 1
 (E) 2



24. 甲生試圖想要分離苯與 1-萘胺，可以利用以下哪一方法？
- (A) 加 H_2O (B) 加乙醚 (C) 加酒精
 (D) 加氫氧化鈉水溶液 (E) 加鹽酸水溶液

二、多選題

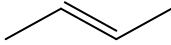
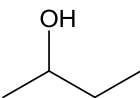
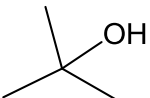
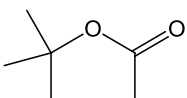
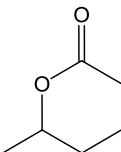
25. 下列哪些現象或實驗結果無法用古典理論解釋？
- (A) 光波的干涉
 - (B) 氫原子的放射光譜
 - (C) 日光經三菱鏡形成的彩虹光譜
 - (D) 熾熱固體放光之強度隨頻率之分布
 - (E) 單色光照射在金屬表面將電子敲擊出來
26. 下列有關週期表第二週期元素之基態原子的敘述，哪些正確？
- (A) 氧原子具有第三高的第一游離能
 - (B) 硼原子具有第二低的第二游離能
 - (C) 原子半徑隨原子序增加而遞減
 - (D) 電負度隨原子序增加而遞增(氖除外)
 - (E) 有兩種原子具有一個不成對電子
27. 下列哪些分子或離子之中心原子與 BF_3 之中心原子的混成軌域相同？
- (A) SO_2 (B) SO_3 (C) CO_3^{2-} (D) NO_3^- (E) SO_3^{2-}
28. 在 25°C 時，甲烷和乙烷的標準莫耳生成熱 (kJ/mol) 分別為 -75 和 -85 ，其標準莫耳燃燒熱 (kJ/mol) 分別為 -890 和 -1560 ，試問下列哪些選項正確？
- (A) $\text{CO}_2(\text{g})$ 的標準莫耳生成熱為 -395 kJ/mol
 - (B) $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的標準莫耳生成熱為 -245 kJ/mol
 - (C) 每克之標準燃燒熱：乙烷 $>$ 甲烷
 - (D) 在甲烷燃燒的過程中，分子總數不變
 - (E) 乙烷燃燒後之氣體總壓力較燃燒前小 (假設溫度不變、體積固定)
29. 以二氧化錳催化 KClO_3 分解產生氧氣的實驗中，收集到的氧氣有味道，而且能使濕潤的澱粉碘化鉀試紙變藍。以此法製得的氧氣中可能混有下列哪些物質？
- (A) Cl_2 (B) KCl (C) O_3 (D) HCl (E) KO_2
30. 下列物質的性質比較，哪些正確？
- (A) 粒子半徑： $\text{S}^{2-} > \text{Cl} > \text{S} > \text{F}$
 - (B) 還原能力： $\text{S}^{2-} > \text{Cl}^- > \text{Br}^- > \text{I}^-$
 - (C) 氧化能力： $\text{Cl}_2 > \text{S} > \text{Se} > \text{Te}$
 - (D) $K_{a1}:\text{H}_2\text{SO}_4 > \text{HClO}_4 > \text{H}_2\text{SeO}_4$
 - (E) 非金屬性 $\text{F} > \text{Cl} > \text{S} > \text{Se}$

31. 將 SO_2 氣體通入氯化鋇水溶液中，溶液仍維持澄清。若將氯化鋇水溶液分裝於兩支試管中，其中一支加入硝酸鉀水溶液，另一支加入氫氧化鈉溶液，然後再將 SO_2 氣體分別通入兩支試管中，結果兩支試管都有白色沉澱產生。下列相關敘述哪些正確？
- (A) 氯化鋇為兩性物質
 (B) 兩支試管中的白色沉澱都是 BaSO_4
 (C) SO_2 具有還原性
 (D) SO_2 為酸性物質
 (E) pH 升高會使 SO_2 水溶液中的 SO_3^{2-} 濃度增加
32. 已知鐵的氧化物有 FeO 、 Fe_2O_3 和 Fe_3O_4 三種；實驗室有一粉末已知由一種或兩種鐵的氧化物組成。取 3.04 克的該粉末加熱，並通入足量的一氧化碳，完全反應後，以澄清石灰水充分吸收二氧化碳，得 5.00 克沉澱。該粉末的組成為何？
- (A) FeO (B) FeO 和 Fe_3O_4 (C) Fe_2O_3
 (D) FeO 和 Fe_2O_3 (E) Fe_2O_3 和 Fe_3O_4
33. 在 25°C 下，水的飽和蒸氣壓為 23.5 mmHg；現有一唧筒內盛有 0.18 g 的水，此時體積為 2.45 L，則下列哪一些改變，不會影響唧筒內水蒸氣之分壓？
- (A) 升高溫度到 30°C (B) 使體積變為原來的 1/2 (C) 加入一些食鹽
 (D) 抽掉一半的水 (E) 使體積變為原來的 3 倍
34. 下列五種化合物皆微溶於水中，在水中加入硫酸後，哪些化合物溶解的量會明顯增加？
- (A) $\text{Zn}(\text{OH})_2$ (B) CaCO_3 (C) Hg_2I_2
 (D) BaSO_4 (E) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
35. 有關膠體溶液性質的敘述，何者**錯誤**？
- (A) 膠體溶液長時間靜置亦不會沉澱，表示膠質粒子密度與溶液接近
 (B) 廷得耳效應是因為膠質粒子散射光線而造成
 (C) 因為廷得耳效應，膠體溶液均無法透光
 (D) 膠體溶液中加入少許電解質，膠體粒子就可以析出，這是因為膠質粒子帶有電荷之故
 (E) 膠體溶液可以濾紙過濾後得到真溶液
36. 氧化還原反應： $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + a\text{Fe}^{2+} + b\text{H}^+ \rightarrow c\text{Cr}^{3+} + d\text{Fe}^{3+} + e\text{H}_2\text{O}$ ，以下哪些正確？
- (A) $a=5$ (B) $b=14$ (C) $c=2$ (D) $d=a$ (E) $e=6$
37. 下列哪一組化合物可以使用括號[]內的試劑來辨識？
- (A) 乙醇和乙醚 [鈉]
 (B) 1-丁烯和 2-丁烯 [Br_2/CCl_4]
 (C) 丙醛和丙酮 [$\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{NO}_3$ 鹼性環境]
 (D) 1-丁炔和 2-丁炔 [$\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{NO}_3$]
 (E) 乙酸和乙酸乙酯 [Zn]

38. 下列何種人造或天然的纖維，分子中含有醯胺的鍵結？

- (A) 羊毛 (B) 頭髮 (C) 棉花
(D) 蠶絲 (E) 達克綸 (單體為乙二醇和對苯二甲酸)

39. 化合物 A 的分子式為 C_4H_8 ，在酸性水溶液環境下會生成化合物 B ($C_4H_{10}O$)，化合物 B 與醋酸酐作用時可產生化合物 C ($C_6H_{12}O_2$)，但化合物 B 不能再與氧化劑反應。關於化合物的結構敘述何者**錯誤**？

- (A) 化合物 A： (B) 化合物 B： (C) 化合物 B：
(D) 化合物 C： (E) 化合物 C：

40. 下列各組化合物中，何者互為異構物？

- (A) 蔗糖和葡萄糖 (B) 乙醇和乙醚 (C) 甲酸乙酯和乙酸甲酯
(D) 2-丁烯酸和丁二烯酸 (E) 間二甲苯和對二甲苯

三、非選擇題

1. 某生測量下面三種水溶液（甲 ~ 丙）在 300 K 的滲透壓：

（甲）硝酸銀、（乙）硫酸鈉、（丙）甲和乙等體積混合（離心後之上清液）

所得結果為：甲 = 3.936 atm，乙 = 5.166 atm，丙 = 3.813 atm。假設強電解質完全解離

試回答下列各題。R = 0.082 L·atm·mol⁻¹·K⁻¹。

(A) 求硝酸銀水溶液的體積莫耳濃度 (M) (3 分)

(B) 求硫酸鈉水溶液的體積莫耳濃度 (M) (3 分)

(C) 求硫酸銀的 K_{sp}。(11 分)

2. 過氧化鈣是一種安全無毒的氧化物。過氧化鈣常混有氧化鈣，且帶有數量不等的結晶水。某生於實驗室發現一瓶過氧化鈣，為分析其過氧化鈣含量，進行以下實驗：

(1) 稱取 0.270 克樣品，加熱使其完全分解，其產物經分析後得知為氧化鈣、氧氣及水，得到的氧氣在標準狀態下體積為 33.6 mL。

(2) 另取 0.120 克樣品，溶於稀鹽酸中並加熱煮沸，使生成的過氧化氫完全分解。然後將溶液中的鈣離子完全轉化成草酸鈣沉澱，經過濾洗滌後，收集沉澱物並將之溶於稀硫酸溶液，用 0.020 M 的過錳酸鉀溶液滴定，共消耗 31.0 mL 的過錳酸鉀溶液。已知其化學反應式如下：



(A) 寫出過氧化鈣受熱分解的完整反應式 (4 分)

(B) 計算樣品中過氧化鈣的重量百分率 (4 分)

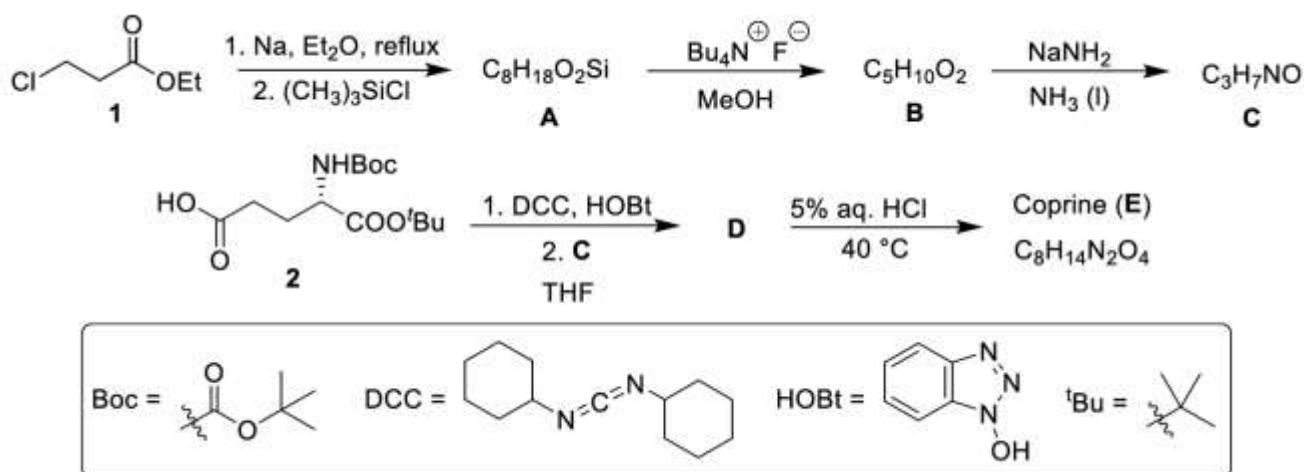
(C) 求 $a + b + c + e + h = ?$ (寫出平衡及計算過程) (5 分)

(D) 計算樣品中過氧化鈣·xH₂O 的 x 值 (4 分)

3. 尿液中的含鈣量可以利用草酸鈣沉澱反應與過錳酸鉀氧化還原滴定進行測定，由於過錳酸鉀溶液在空氣中久置容易分解，因此使用前最好用不易潮解的草酸鈉($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ，分子量 = 134)來確定濃度。

- (A) 寫出鈣離子與草酸根沉澱平衡反應式，假設已知草酸鈣通常含有一個結晶水 (5分)
 (B) 寫出草酸根離子與過錳酸根離子氧化還原平衡反應式 (5分)
 (C) 將 5 mL 尿液加入過量的草酸鈉溶液，觀察到沉澱後放入冰浴等溫度平衡並緩慢攪拌，趁冷過濾並用少量冰水沖洗濾紙上的沉澱物，將沉澱物放入熱水中並加入適量鹽酸使其溶解，趁熱以過錳酸鉀溶液滴定之，若過錳酸鉀溶液在使用前已確定濃度為 8×10^{-4} M，滴定用去 20 mL，請問尿液樣品中鈣離子有多少 ppm? ($\text{Ca} = 40$) (5分)

4. 墨帽菇(英文名稱為 Inky cap 或 *Coprinopsis atramentaria*) 是一種可食用而且美味的蘑菇，食用後遇到酒精會產生毒素，因為它含有一種稱為 coprine (E)的天然化合物。Coprine (E)有特殊三元環的結構並可以使用 3-氯丙酸乙酯(化合物 1)來合成。合成的流程如下所示：



請分別畫出化合物 A~E 的結構 (各 3 分)

提示：第一步驟的反應是先產生有機金屬化合物後，再進行環化反應而產生環狀化合物 A