

114學年度高級中等學校數理及資訊學科 能力競賽複賽

化學科筆試試題

【高雄中學】

日期：114年11月13日

編號：_____號(號碼衣的號碼)

總分：_____分

評審委員	1	2	3	4
分數				

【本競賽試題連同封面及計算紙共計9張】

114 學年度高級中等學校數理及資訊學科能力競賽化學科筆試 試題

【高雄中學】

※注意：1.請於本試題紙上按題作答。
2.可使用科學型計算機。

一、 多重選擇題：(每題全對得3分，合計36分)

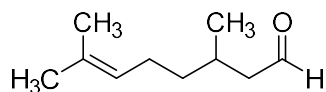
(請在答案格內填入**選擇題**的答案)

題號	1	2	3	4	5
答案					

題號	6	7	8	9	10
答案					

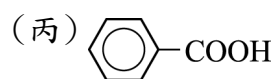
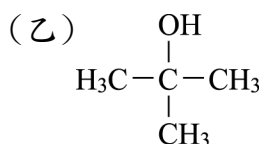
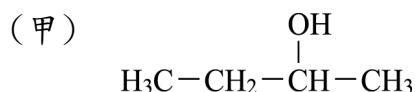
題號	11	12
答案		

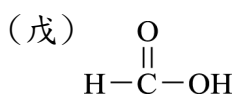
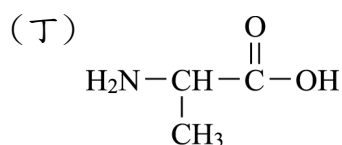
1. 香茅醛 (Citronellal) 為單萜類醛類化合物，常用於香料、香精及防蚊製劑，其結構式如附圖所示，關於此化合物的敘述哪些正確？



- (A) 化學式 $C_{10}H_{18}O$
 (B) 學名是 3, 7-二甲基-6-辛烯醛
 (C) 此結構含有三個不對稱碳中心
 (D) 此化合物有順反異構物
 (E) 結構中所有碳原子共平面。
2. 下列有關阿司匹靈 (Aspirin) 製備的敘述，哪些正確？
 (A) 可透過水楊酸 (salicylic acid) 與乙酸酐 (acetic anhydride) 經皂化反應而得
 (B) 乙醯氯 (acetyl chloride) 可替代乙酸酐 (acetic anhydride) 作為乙醯化試劑
 (C) 因乙醯氯易與 H_2O 反應生成氯化氫，故一般實驗課程多採用乙酸酐
 (D) 氫氧化鈉水溶液可將阿司匹靈水解，生成 4-羥基苯甲酸 (4-hydroxybenzoic acid) 與乙酸
 (E) 實驗後，可透過氯化鐵溶液檢驗阿斯匹靈的純度。
3. 將下列物質注入水中，哪些與水分層，並在水面之上？
 (A) 乙酸乙酯 (B) 甲醇 (C) 苯 (D) 正己烷 (E) 二氯甲烷。
4. 已知一中性有機化合物甲 (分子量 = 88) 僅含有碳、氫、氧三種元素，取 0.88 克完全燃燒後，生成 1.76 克二氧化碳與 0.72 克水。此化合物甲在 NaOH 水溶液中加熱，使甲完全反應後，再將溶液酸化，得到產物乙與丙。化合物乙與碳酸氫鈉反應，可產生二氧化碳。下列敘述，哪些正確？
 (A) 化合物甲的實驗式應為 C_2H_4O
 (B) 化合物甲可能的結構有 4 種
 (C) 化合物甲可能為丁酸 (Butyric acid)
 (D) 化合物乙可能為羧酸
 (E) 化合物丙可與三氯化鐵溶液反應產生紫色錯合物。

5. 有機化合物 (甲) ~ (戊) 的結構式如附圖：





下列有關這些有機化合物的敘述，哪些正確？

- (A) 甲的沸點比乙高
- (B) 在常溫下，乙會被酸性的二鉻酸鉀溶液氧化成酮類化合物
- (C) 戊具有還原性，可與多倫試劑產生銀鏡反應
- (D) 丁在水中主要以 $\text{NH}_3^+\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COO}^-$ 的形式存在
- (E) 丙可與鈉金屬反應，所產生的鹽類可作為食物防腐劑。

6. 下列有關錯合物的敘述，哪些正確？

- (A) 配位數： $[\text{Co}(\text{en})_2\text{Cl}_2]^+$ 與 $\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3^{3-}$ 不同
- (B) 熔點： $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4] > [\text{Pt}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$
- (C) $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4$ 對水溶解度比 $\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2$ 高
- (D) $\text{Cr}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_3$ 有 2 種順反異構物
- (E) $\text{CrCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$ 有 2 種異構物且顏色不同。

7. 已知在與 Co^{3+} 進行配位時， NH_3 是比 Cl^- 更強的配位子。已知 Co^{3+} 形成的配位化合物，其配位數為 6，則取相同莫耳數的甲： $\text{CoCl}_3 \cdot 3\text{NH}_3$ 、乙： $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$ 、丙： $\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$ 、丁： $\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$ 等這四種化合物，各溶入等量水中，配成四種稀薄水溶液，以下敘述哪些正確？

- (A) 導電性：甲(aq) < 乙(aq) < 丙(aq) < 丁(aq)
- (B) 蒸氣壓：甲(aq) > 乙(aq) > 丙(aq) > 丁(aq)
- (C) 滲透壓：甲(aq) > 乙(aq) > 丙(aq) > 丁(aq)
- (D) 凝固點：甲(aq) < 乙(aq) < 丙(aq) < 丁(aq)
- (E) 加入過量 $\text{AgNO}_3(\text{aq})$ ，生成沉澱量：丁(aq) < 丙(aq) < 乙(aq) < 甲(aq)。

8. 下列有關鉈氣的敘述，哪些正確？

- (A) 鉈氣的價電子數皆為 8
- (B) 鉈氣的化學性質極不活潑，故不會形成化合物
- (C) 如果元素週期表第七週期有鉈氣發現，其原子序為 86
- (D) 鉈氣是元素週期表中的 8A 族
- (E) 鉈氣在通電時，會發出有色的光。

9. 下列各物質中，哪些為共價網狀固體？

(A)石墨 (B)氮化硼 (C)鑽石 (D)矽 (E)鍺。

10. 下列哪些敘述是跟奈米材料有關？

(A)壁虎飛簷走壁
(B)蝴蝶翅膀的結構色
(C)北極光
(D)火山岩的顏色變化
(E)貓眼的反光膜結構。

11. 下列有關石墨烯 (graphene) 與奈米碳管 (carbon nanotube, CNT) 的敘述，哪些正確？

(A)兩者皆由碳原子以 sp^2 鍵結形成六角網狀結構
(B)兩者皆為單層的二維平面材料
(C)石墨烯可視為奈米碳管展開後的平面
(D)電導性：石墨烯 $\approx$ 奈米碳管，皆可具高導電性
(E)奈米碳管的結構屬於三維網狀固體。

12. 已知元素 甲～戊 在週期表中的位置如下：

甲：第 3 週期，第 1A 族

乙：第 3 週期，第 16 族

丙：第 2 週期，第 2A 族

丁：第 2 週期，第 7A 族

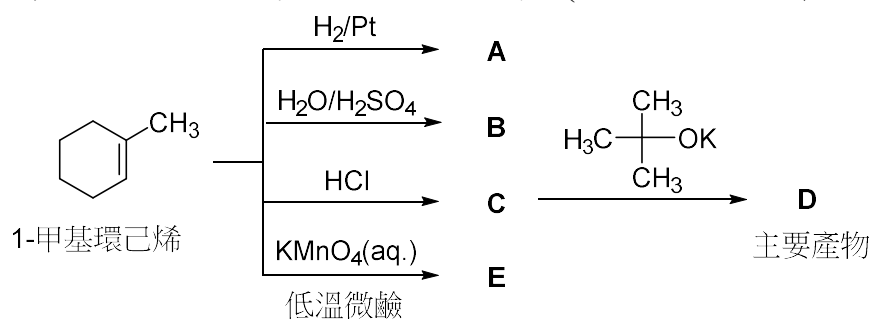
戊：第 3 週期，第 13 族

判斷下列哪些敘述正確：

(A) 第一電離能：丁 $>$ 乙 $>$ 丙 $>$ 戊 $>$ 甲
(B) 原子半徑：甲 $>$ 戊 $>$ 乙 $>$ 丙 $>$ 丁
(C) 電負度：丁 $>$ 乙 $>$ 丙
(D) 氧化物酸鹼性：甲、丙的「鹼性」皆強於戊
(E) 最高氯化物的離子性大小：甲氯化物 $>$ 戊氯化物 $>$ 乙氯化物。

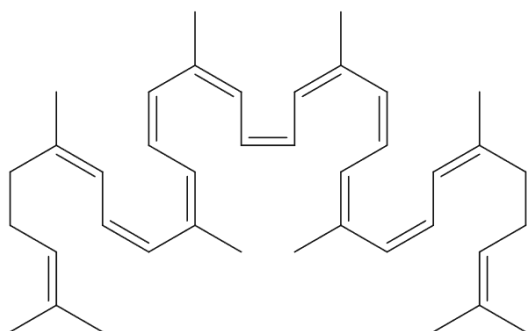
二、 問答與計算題：(合計64分) (計算題需寫出計算過程)

1. 依據下反應流程，寫出 A~E 的結構。(每個 2 分，合計 10 分)



2. 請比較先進封裝 (Advanced Packaging) 與傳統封裝 (Conventional Packaging) 的 (A) 封裝結構 (B) 晶片間距 (C) 散熱 (D) 電源效率四個的主要差異？(合計4分)

3. Hückel分子軌域理論是一種簡化的方法用來計算共軛 π 電子的能量，此方法將共軛 π 電子與 σ 電子骨架視為相互獨立的個體，並利用原子軌域線性組合（LCAO）的方法來計算能量。今有一線性共軛多烯（linear conjugated polyenes）之分子式如下圖：



Hückel 分子軌域能量可表示為 $E = \alpha + 2\beta \cos\left(\frac{k\pi}{n+1}\right)$ 。其中 n 為具有共軛結構的碳原子數， α 為每個碳原子的庫倫積分（Coulomb integral）， β 為相鄰碳原子之間的共振積分（Resonance integral），而 k 則為分子軌域的量子數（ $k=1,2,3,\dots,n$ ）。

(A) 請問此共軛分子的 n 值應為多少？(3分)

(B) 此共軛分子的HOMO（最高佔據的分子軌域）的 k 值應為多少？(3分)

(C) 此共軛分子的LUMO（最低未佔據的分子軌域）的 k 值應為多少？(3分)

(D) 該分子的HOMO與LUMO之間的能量差 ΔE 為多少？(請用 α 和 β 表示)(4分)

(E) 如果該分子的光吸收波長為 504 nm，那麼其 β 值為多少？（ $h=6.626\times 10^{-34} J\cdot s$ ， $c=3\times 10^8 ms^{-1}$ ）(4分)

4. 今有一個可逆的同分異構化反應 $A \rightleftharpoons B$ ，其正與逆反應速率常數分別為 k_f 和 k_b 。若初始時 A 的濃度為 A_0 ，而 B 的初始濃度為 0。在平衡狀態時， B 的濃度應為如何表示？(8分)

5. 已知定溫下，反應 $X_{(g)} \rightleftharpoons Y_{(g)} + Z_{(g)}$ 的 $K_p = 2 \text{ atm}$ 。

(A) 在 1 L 的真空容器中，充入 X 氣體 4 atm，求平衡時的解離百分率？(5分)

(B) 當反應達平衡時，總壓為 16 atm，則應將原系統的體積縮小至幾 L？(5分)

(C) 當反應達平衡時，X 氣體的莫耳分率 0.2，求 X 的平衡分壓為何？(5分)

答案：(A) _____ ； (B) _____ ； (C) _____

6. 下列各種鹽：

NaNO_3 、 NaHCO_3 、 NaClO_4 、 NH_4NO_3 、 Na_2SO_3 、 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 、 NaH_2PO_4 、 NaCl 、 NaF 、 NaHSO_3 、 Na_2HPO_3 、 NaH_2PO_2 、 NaHS 、 Na_2S 、 Na_3PO_4 、 NaHC_2O_4

(A) 哪些溶於水呈酸性？(5分)

(B) 哪些溶於水呈中性？(5分)

答案：(A) _____

(B) _____

【計算紙】