

113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：113年11月15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12張】

# 113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】

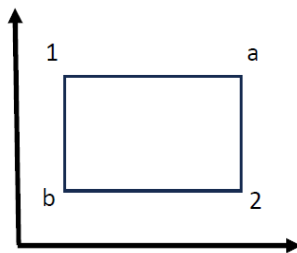
- ※注意：1. 請於本試題紙上按題作答。  
2. 可使用工程用計算機。

一、單選題：（共 6 題，每題 2 分，合計 12 分）

（請在答案格內填入選擇題的答案）

題號	1	2	3	4	5	6
答案						

1. 如下圖所示，當系統從狀態 1 沿  $1 \rightarrow a \rightarrow 2$  發生變化時，系統放熱 397.5 J，並接受外界作功 167.4 J。若令系統選擇另一路徑，沿著  $1 \rightarrow b \rightarrow 2$  發生變化，此時系統得到功 103.7 J，而其熱為何？

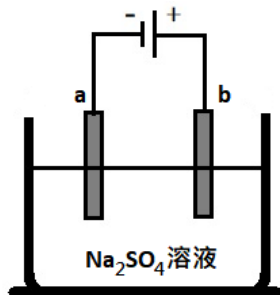


- (A) -333.8 J    (B) 333.8 J    (C) -501.2 J    (D) 501.2 J
2. 等溫等壓下，當反應的  $\Delta G^\circ = 5 \text{ kJ/mol}$ ，該反應會如何進行？  
(A) 能正向進行    (B) 不能判斷    (C) 不能進行    (D) 能逆向自發進行
3. 假設反應  $a A_{(g)} \rightleftharpoons y Y_{(g)} + z Z_{(g)}$ ， $P^\circ$ 、300 K 時，A 的轉化率是 600 K 的 2 倍，而且在 300 K 時系統壓力為  $P^\circ$  時的轉化率是  $2P^\circ$  時的 2 倍，故可推斷該反應是：  
(A) 平衡常數與溫度，壓力成反比  
(B) 是一個體積增加的吸熱反應  
(C) 是一個體積增加的放熱反應  
(D) 平衡常數與溫度成在正比，與壓力成反比

4. 關於標準平衡常數  $K^\circ$ ，下列函數正確的是？

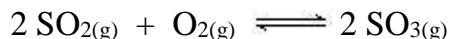
- (A)  $K^\circ = f(T, P)$       (B)  $K^\circ = f(T)$       (C)  $K^\circ = f(T, P, n)$       (D)  $K^\circ = f(P)$

5. 下圖為直流電源電解稀  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  水溶液的裝置，通電後在石墨電極 a 和 b 附近分別滴入石蕊溶液，下列實驗現象何者正確？

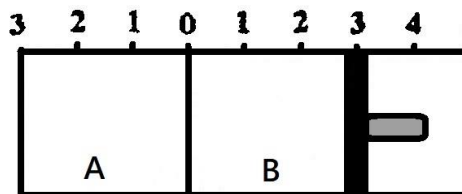


- (A) 逸出氣體的體積：a 電極的小於 b 電極的  
 (B) 一電極逸出無味氣體，另一電極逸出刺激性氣味氣體  
 (C) a 電極附近呈紅色，b 電極附近呈藍色  
 (D) b 電極附近呈藍色，b 電極附近呈紅色

6. 下圖所示，溫度不變時某容器分隔 A、B 兩部分，A、B 之間擋板可以左右自由移動，B 右側有可移動的活塞，現在 A 中充入 2 mol  $\text{SO}_2(\text{g})$  和 1 mol  $\text{O}_2(\text{g})$ ，在 B 中充入 2 mol  $\text{SO}_3(\text{g})$  和 1 mol  $\text{N}_2(\text{g})$ ，在相同溫度和壓力的條件下發生可逆反應：



下列說法正確的是：



- (A) 平衡後 A、B 兩容器的體積比為 1：2  
 (B) 平衡後 A、B 兩容器中的  $\text{SO}_3$  體積百分比相等  
 (C) 平衡後 A、B 兩容器中的  $\text{SO}_2$  轉化率相等  
 (D) 平衡後 A 容器中  $\text{SO}_2$  的質量 < B 容器中  $\text{SO}_2$  的質量

二、多重選擇題：(共 20 題，每題 2 分，合計 40 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	13	14	15
答案					
題號	16	17	18	19	20
答案					

1. 下列有關氫的敘述，哪些正確？

- (A) 含氫的化合物溶於水均可產生  $H_2$
- (B) 電解含氫化合物均在其陰極產生  $H_2$
- (C) 含氫的化合物均為分子性化合物
- (D)  $NaH_{(s)}$  為離子性化合物溶於水呈鹼性，且有  $H_2$  產生
- (E)  $NaH_{(s)}$  與  $Na_{(s)}$  溶於水其產物均相同

2. 反應： $a IO_3^- + b S_2O_5^{2-} \rightarrow c I_2 + d SO_4^{2-} + e SO_3$ ，其中 a、b、c、d、e 為反應係數，且呈最簡單整數關係，則下列有關各係數間的關係，哪些正確？

- (A)  $a : c = 2 : 1$
- (B)  $b : d : e = 5 : 7 : 3$
- (C)  $b \cdot c = d + e$
- (D)  $a + b + c + d + e = 20$
- (E) a、c、e 為偶數

3. 下列溶液哪些呈黃色？

- (A)  $K_2CrO_4$  溶於純水中

- (B)  $K_2CrO_4$  溶於強酸溶液中
- (C)  $K_2CrO_4$  溶於強鹼溶液中
- (D)  $K_2Cr_2O_7$  溶於強酸溶液中
- (E)  $K_2Cr_2O_7$  溶於強鹼溶液中

4. 下列有關於半導體的敘述，哪些正確？

- (A) 週期表中可做為半導體材料的屬於類金屬元素，為 B 族元素
- (B) p 型半導體中的 p 代表在半導體中加入磷元素
- (C) Si、Si(B)、Cu 的導電度比較為  $Si > Si(B) > Cu$
- (D) 純矽製造可利用 Al 做為還原劑還原  $SiO_2$
- (E) P-N 接面二極體當外接電壓，正極接 p 端，負極接 n 端，則電流可通過

5. 下列敘述哪些正確？

- (A)  $NaHCO_3$  俗稱草鹼，可由草木灰得到
- (B) 洗濯鹼可由索耳未法得到
- (C) 焙用鹼可作制酸劑
- (D)  $Na_2CO_3$  俗稱蘇打，又稱苛性鹼，具有強烈腐蝕性
- (E)  $NaOH$  為電解濃食鹽水的陽極產物

6. 下列關於霍爾法製鋁的敘述，哪些正確？

- (A) 兩極均為惰性電極 C
- (B) 加冰晶石之目的在於加強導電度
- (C) 淨反應為  $2 Al_2O_3(l) \xrightarrow{\text{電解}} 4 Al(l) + 3 O_2(g)$
- (D) 反應物在高溫之熔融態進行
- (E) 天然之鋁礬土 (bauxite) 先以強酸處理，除去含鐵氧化物

7. 電解下列各種水溶液後，哪些 pH 值會顯著上升？

- (A)  $KCl$  (B)  $NaF$  (C)  $H_2SO_4$  (D)  $NaOH$  (E)  $NaNO_3$

8. 下列有關 A 族元素氧化物的敘述，哪些不正確？

- (A) 化合物  $Al_2O_3$  為兩性化合物，會分別與  $HCl$  和  $NaOH$  水溶液反應生成  $AlCl_3$  和  $Al(OH)_4^-$

- (B) 白磷在氧氣不足時氧化生成  $P_4O_6$ ，其中每個磷與 4 個氧鍵結
- (C) 化合物  $Bi_2O_3$  與鹼金屬、鹼土金屬氧化物一樣具鹼性
- (D) 化合物  $SO_3$ ，可用來製造硫酸
- (E) 石英的成分為二氧化矽

9. 玻璃器皿不適合裝下列哪些溶液？

- (A) 濃硝酸
- (B) 濃硫酸
- (C) 氫氟酸
- (D) 濃鹽酸
- (E) 氫氧化鈉

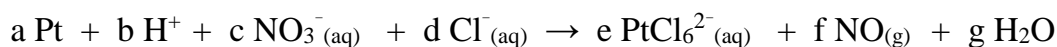
10. 以化學式  $Co(NH_3)_{6-n}Cl_n$  代表：甲 ( $n=3$ )，乙 ( $n=2$ )，丙 ( $n=1$ )，丁 ( $n=0$ ) 四種化合物。取以上四種化合物等 mol 數，各溶入等量水中，配成四種稀薄水溶液，此四種溶液的性質，比較結果甲 > 乙 > 丙 > 丁者為下列哪些性質？

- (A) 蒸氣壓
- (B) 凝固點
- (C) 滲透壓
- (D) 導電度
- (E) 沸點

11. 下列有關臭氧的敘述，哪些正確？

- (A) 臭氧及氧氣皆不具毒性
- (B) 平流層的臭氧吸收陽光，可進行分解反應
- (C) 臭氧的分子式為  $O_3$
- (D) NO 會催化臭氧分解
- (E) 臭氧可使碘化鉀的澱粉試紙由無色變為粉紅色

12. 王水（硝酸與鹽酸的混合溶液）是一般實驗室常用的氧化劑，其氧化能力極高，甚至可溶解白金。若將白金浸置於王水中，可產生下列反應：



下列化學反應式之各係數間之關係中，哪些正確？

- (A)  $b + 2e = c + d$
- (B)  $3c = f + g$
- (C)  $d = 6a$
- (D) 若  $a = 1$ ，則係數  $c$  值 =  $\frac{4}{3}$
- (E) 此反應總係數和為 56

13. 把 Ca 投入下列哪些溶液中，Ca 溶解且有氣體產生？

(A)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (B)  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (C)  $\text{K}_2\text{SO}_4$  (D)  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (E)  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

14. 下列相鄰鹼金屬與鹼土金屬性質的比較，哪些正確？

- (A) 原子半徑： $\text{IA} > \text{IIA}$
- (B) 熔點： $\text{IA} > \text{IIA}$
- (C) 密度： $\text{IA} > \text{IIA}$
- (D) 離子半徑： $\text{IIA} > \text{IA}$
- (E) 硬度： $\text{IIA} > \text{IA}$

15. 下列有關電池的敘述，哪些正確？

- (A) 理論上，燃料電池的能量轉換效率，低於將燃料燃燒所得的熱用來發電的能量轉換效率
- (B) 蓄電池可以直接使用交流電充電
- (C) 乾電池（勒克朗社電池）的陽極是其鋅罐
- (D) 鉛蓄電池的溶液含硫酸
- (E) 半電池電位是以氫電極在一大氣壓， $1.0 \text{ M} [\text{H}^+]$  溶液的電位定為零伏特

16. 有關電解碘化鉀水溶液的實驗哪些正確？

- (A) 陽極附近呈棕色
- (B) 取陽極附近溶液加四氯化碳則下層呈紫色
- (C) 取陰極附近溶液加  $\text{FeCl}_3$  水溶液則產生沉澱
- (D) 陽極產生氣泡
- (E) 取陰極附近溶液加廣用指示劑呈紅色

17. 下列哪個分子或離子可以當作配位基，與中心金屬形成錯合物（錯離子）？

(A)  $\text{H}_2\text{O}$  (B)  $\text{NH}_3$  (C)  $\text{OH}^-$  (D)  $\text{CO}_2$  (E)  $\text{NH}_4^+$

18. 一超導金屬氧化物的組成是  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ （Y 與 Sc 同族）。如果  $x=0.1$ ，則有關此超導氧化物的敘述哪些是錯的：

- (A) 正離子的總氧化數為+14
- (B) 鈮的氧化數為+3
- (C) 鋇的氧化數是+4

- (D) 銅的平均氧化數是 2.27
- (E) 銅的氧化數可能有 2 種以上

19. 下列敘述哪些是錯的？

- (A) 鋅碳電池是勒克朗社所發明
- (B) 密封式的鉛蓄電池多以鉛與鈣的合金作為陽極材料
- (C) 鋅碳電池充電會有爆炸之虞
- (D) 氫氧燃料電池運轉時不會造成汙染
- (E) 光化學電池在照光時，會進行非自發反應

20. 下列有關氫氧燃料電池之敘述，哪些正確？

- (A) 放電時，氫氣在陰極反應為  $\text{H}_2 + 2 \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^-$
- (B) 每消耗 1 莫耳氧氣，可產生 2 法拉第電量
- (C) 放電時，電池中之  $\text{OH}^-$  濃度漸增
- (D) 燃料電池把化學能轉換成電能的效率比傳統火力發電的能量轉換功率為高
- (E) 依氧化還原電位計算可釋出 1.23 V 電壓足以驅動小風扇

三、問答題：（共 7 題，合計 48 分）

1. 將 0.1 莫耳的碳酸氫鈉 ( $\text{NaHCO}_3$ ) 配置成 1 升的水溶液，當到達平衡時，請回答下列問題：（碳酸的解離常數分別為  $K_{a1}$ ,  $K_{a2}$ ）

- (1) 當到達平衡時，請列出水溶液中有哪些物種產生。（3%）
- (2) 當到達平衡時，水溶液中會有哪些平衡反應發生？（3%）
- (3) 請寫出平衡時系統的電荷平衡方程式。（3%）
- (4) 請寫出平衡時系統的質量平衡方程式。（3%）

答：

2. 有一個氧化還原反應  $2 \text{Fe}^{3+} + 3 \text{I}^- = 2 \text{Fe}^{2+} + \text{I}_3^-$

已知半反應式及標準電極電位如下：



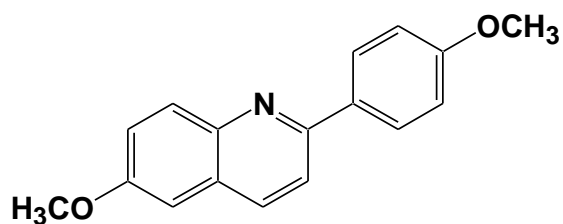
(1) 請用能士特方程式分別寫出兩個半反應的電極電位 (E)。(6%)

(2) 當到達平衡時，兩個半反應電極電位相等。請計算出  $2 \text{Fe}^{3+} + 3 \text{I}^- = 2 \text{Fe}^{2+} + \text{I}_3^-$  的平衡常數。(6%)

答：

3. 請問下列有機化合物是否可溶於水？請解釋之。如果此化合物不溶於水的話，那可以把此化合物與那種有機化合物混合在一起後讓它變成容易溶於水？請解釋之。

(5%)

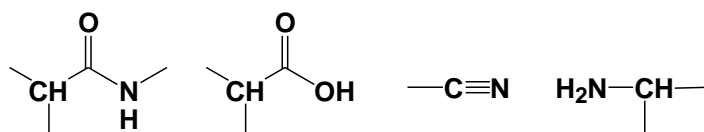


答：

4. 2024 年諾貝爾化學獎得獎研究主題是利用 AlphaFold 軟體來預測蛋白質的三維結構，由此可知研究蛋白質的正確三維結構是當前重要的課題，蛋白質三維結構多是經過數個二級結構在三維空間的摺疊排列所形成的，請問最常見的蛋白質二級結構是那兩種二級結構？而二級結構要摺疊成為正確的蛋白質三維結構則需要不同二級結構以它們當中的胺基酸側鏈來進行交互作用才能完成，請問有那些非共價鍵性的交互作用涉入上述蛋白質二級結構的摺疊作用中？請解釋之。（5%）

答：

5. 美國禮來製藥公司在這兩年因為所推出的新減肥藥 Zepbound 在全世界暢銷且獲利超出預期，新減肥藥 Zepbound 在化學結構及藥理活性上與胰高血糖素樣肽-1（GLP-1）相似，也是一個生物胜肽藥，請問下列哪個化學官能基不會出現在天然的生物胜肽當中？請詳述之。（5%）

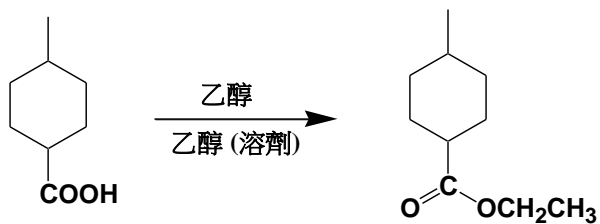


答：

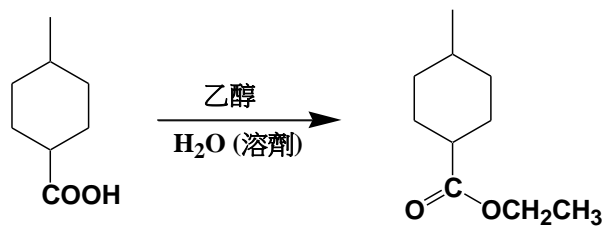
6. 請問下列 A 和 B 兩個酯化反應，哪一個反應的產率可能會比較高？請解釋之。

(5%)

**A**

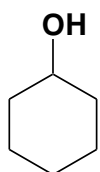


**B**

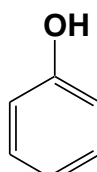


答：

7. 請推測環己醇與苯酚哪一個的沸點比較高？而造成環己醇與苯酚沸點有差別的化學性質為何？請解釋之。(4%)



環己醇



苯酚

答：

**【計算紙】**