

教育部受託辦理109學年度  
公立高級中等學校教師甄選

化學科試題

# 化學科 試題

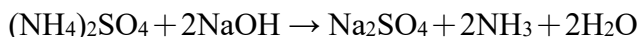
請注意：本試題共兩部分，選擇題20題及綜合題3大題，共計100分；選擇題請用2B軟心鉛筆在答案卡劃記，綜合題限用藍色、黑色之原子筆或鋼筆在答案本上作答，但繪圖時得使用黑色鉛筆。本科不可以使用電子計算器。

## 第一部分：選擇題 (共 40 分)

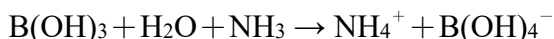
### 一、單選題 (每題 2 分，共 32 分)

- ( D ) 1. 已知穿透度(T)為入射光穿透樣品的分率，而化學分析上常用的測量為吸收度(absorbance; A)，其定義為 $A = -\log T$ 。學生想研究防曬乳到底多有效，在某次測量時，塗上一層薄薄的乳液於透明窗上，測出吸收光譜在紫外光區域中在300nm的吸收度為0.35，約能阻擋55%的輻射。試依據比爾定律，若使用的防曬乳使厚度加倍，則被阻擋的300nm紫外光百分比約為多少？ (A)60% (B)70% (C)75% (D)80%。
- ( A ) 2. 有關查理定律：若  $0^{\circ}\text{C}$  時理想氣體體積為  $V_0$ ，可用氣體體積對攝氏溫度作圖，下列相關敘述何者錯誤？ (A)所得直線的斜率約為  $\frac{1}{273}$  (B)所得直線的截距為  $V_0$  (C)直線可以利用外插法得到大約在  $-273^{\circ}\text{C}$  時氣體體積為 0 (D)可以推出溫度每上升  $1^{\circ}\text{C}$ ，體積膨脹華氏  $95^{\circ}\text{F}$  時體積的  $\frac{1}{308}$ 。
- ( B ) 3. 已知  $6\text{OH}^- + \text{Br}^- \rightarrow \text{BrO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{e}^-$   $E^0 = -0.61\text{V}$ ； $2\text{OH}^- + \text{Br}^- \rightarrow \text{BrO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$   $E^0 = -0.76\text{V}$ ；計算  $\text{BrO}^- + 4\text{OH}^- \rightarrow \text{BrO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$  之  $E^0$  為何？ (A)0.15V (B)-0.535V (C)-0.15V (D)0.535V。
- ( A ) 4. 根據Born-Haber cycle，已知氯化鈉的生成熱為  $-411.3\text{kJ/mol}$ ；金屬鈉的昇華熱為  $+107.8\text{kJ/mol}$ ；氯氣的鍵能為  $+242.6\text{kJ/mol}$ ；氣態鈉原子的游離能為  $+495.4\text{kJ/mol}$ ；氯的電子親和力（以最新IUPAC定義）為  $+348.8\text{kJ/mol}$ ；試求氯化鈉的晶格能為多少  $\text{kJ/mol}$ ？ (A)-787 (B)-908.3 (C)-1020 (D)-705。
- ( A ) 5. 利用加熱方式將蛋白質變性 (denaturation)，此過程中可能造成蛋白質2級結構中氫鍵斷裂，其中  $\Delta H$  及  $\Delta S$  如何變化？ (A) $\Delta H > 0$ ， $\Delta S > 0$  (B) $\Delta H < 0$ ， $\Delta S < 0$  (C) $\Delta H$  及  $\Delta S$  皆等於0 (D) $\Delta H > 0$ ， $\Delta S < 0$ 。
- ( D ) 6. 以碳棒為電極，電解分別裝有  $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 、 $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3(\text{aq})$ 、飽和  $\text{KCl}(\text{aq})$  的三個串聯電解槽，下列敘述何者正確？ (A)正極所得產物相同 (B)各陽極析出物之體積比依次為2:3:1 (C)陰極的碳棒，電解完後重量均會變重 (D)各陰極析出物的莫耳數比依次為3:2:3。
- ( D ) 7. 特定溫度條件下，Zn 與某濃度的  $\text{HNO}_3$  反應，產生  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{NO}$  和  $\text{H}_2\text{O}$  四種產物，已知  $\text{NO}_2$  和  $\text{NO}$  之莫耳數比為 1:3，若以 1 莫耳 Zn 進行反應，則總共消耗多少莫耳  $\text{HNO}_3$ ？ (A) 2.2 (B) 2.4 (C) 2.6 (D) 2.8。
- ( C ) 8. 三聚氰胺（分子量： $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6 = 126$ ）俗稱蛋白精，因其含氮量較高，而被不肖業者利用，添加在食品中造成食品蛋白質含量較高的假像，以牟取暴利。已知含氮量的測定法為凱氏定氮法，其測量步驟如下：  
(1)以硫酸分解試樣，可將氮原子變成硫酸銨：  
 $\text{試樣} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CO}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2$

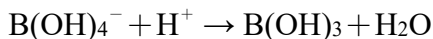
(2)於上述硫酸銨溶液中加入過量氫氧化鈉，以得到氨氣；



(3)以硼酸捕捉產生的氨氣：



(4)以標準鹽酸溶液滴定硼酸根：



現有 1.00 g 奶粉試樣，已知內含 0.20 g 蛋白質(含氮量為 28%)，以凱氏定氮法決定此試樣的含氮量，滴定時共用去 0.10 M 鹽酸 100 mL，則其中可能被加入多少 g 三聚氰胺？ (A) 0.056 (B) 0.084 (C) 0.126 (D) 0.140。

( B ) 9. 定量的乙烷( $\text{C}_2\text{H}_6$ )與不足量的氧氣燃燒，乙烷與氧氣耗盡，並產生 CO、 $\text{CO}_2$  及水蒸氣，通過乾燥劑後，剩餘 78.4 克氣體，而乾燥劑重量增加 54 克，請問產生若干莫耳 CO？ (A) 0.8 (B) 0.6 (C) 0.4 (D) 0.2。

( A ) 10. 反應甲( $\text{A} \rightarrow \text{產物}$ )為零級反應，反應乙( $\text{A} \rightarrow \text{產物}$ )為一級反應，反應丙( $\text{A} \rightarrow \text{產物}$ )為二級反應。此三反應各從  $[\text{A}] = 2.0\text{M}$  反應至  $[\text{A}] = 1.0\text{M}$  所需時間(半生期)皆為 100 秒，而此三反應各從  $[\text{A}] = 1.0\text{M}$  反應至  $[\text{A}] = 0.5\text{M}$  所需時間分別為 a, b 和 c，則 a, b 和 c 的大小關係為何？ (A)  $a < b < c$  (B)  $a = b = c$  (C)  $a > b > c$  (D) 以上皆非。

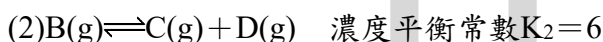
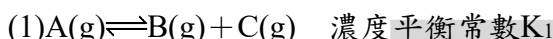
( B ) 11. 25.00 毫升 0.100 M 的三乙基胺( $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_3\text{N}$ )的樣本以 0.0500 M HCl 的溶液來滴定，滴定數據如下：

滴入之 HCl 毫升數	溶液之 pH 值
0.00	11.86
25.00	10.71
50.00	6.79

試問三乙基胺( $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_3\text{N}$ )的  $\text{pK}_b$  值為何？ (A) 10.71 (B) 3.29 (C) 7.21 (D) 5.25。

( C ) 12. 甲： $\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{NH}_3$ ，乙： $\text{PtCl}_2 \cdot 4\text{NH}_3$ ，兩種錯合物，下列各項敘述，何者正確？ (A) 同濃度同體積的溶液中，加入足量  $\text{AgNO}_3$  產生之  $\text{AgCl}$  沉澱，甲多於乙 (B) 熔點：甲 > 乙 (C) 對水的溶解度：乙 > 甲 (D) 同濃度水溶液導電度：甲 > 乙。

( C ) 13. 將 8 莫耳的 A 放入 1 升密閉真空容器，下列二式皆達平衡：



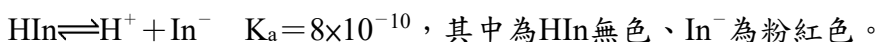
若平衡時有 6 莫耳的 C 存在，則反應  $\text{A}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{B}(\text{g}) + \text{C}(\text{g})$  的濃度平衡常數值為多少？

(A) 4.2 (B) 3.6 (C) 3.0 (D) 2.4。

( C ) 14. 室溫下， $\text{I}_2(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{I}_2(\text{CCl}_4)$   $K = \frac{[\text{I}_2(\text{CCl}_4)]}{[\text{I}_2(\text{aq})]} = 48$ ，現將含碘 1 克的水溶液 100 mL，現用 50 mL 四氯化碳萃取 ( $\text{CCl}_4$ ) 進行萃取，請問水溶液剩下多少克的碘？ (A) 0.020 (B) 0.030 (C) 0.040 (D) 0.050。

( A ) 15. 已知： $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightarrow 3\text{Fe}^{2+}$ 。現將  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  與 Fe 的混合物投入足量的稀鹽酸中，待反應完全後，發現溶液中不含  $\text{Fe}^{3+}$ ，而所含的  $\text{Fe}^{2+}$  與  $\text{H}_2$  的莫耳數比為 5:2。試求原混合物中  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  與 Fe 的莫耳數比為何？ (A) 1:3 (B) 1:2 (C) 2:1 (D) 2:3。

( B ) 16. 酚酞 (HIn) 是弱酸，其解離反應式如下：



若兩者濃度比從 90% 的 HIn 改變至 90% 的  $\text{In}^-$ ，顏色將會產生明顯變化，試問酚酞的變色

範圍為pH值為何？(log2=0.30、log3=0.48)

(A)8.10~10.10 (B)8.14~10.06 (C)8.60~9.60 (D)8.20~10.00。

## 二、複選題 (每題 2 分，共 8 分，全對才給分)

(A) 17. 試藥中含有某不溶於水的固體

B 與 KCl 固體。在 20 °C 時，將該試藥加入 x 克水中，充分攪拌使其達飽和時，還有 47.2 克固體殘留；將該溶液加熱至 40 °C

溫度 (°C)	0	20	40	50	60	70	80	100
溶解度 (克 / 100 克水)	21.9	25.5	28.6	30.1	31.4	32.7	33.9	36

，仍有 41 克固體殘留；再加熱至 70 °C，仍有 32.8 克固體殘留。附表為 KCl 對水的溶解度，則下列選項哪些正確？ (A)x 為 200 克 (B)加熱至 40 °C 時，形成的溶液為飽和溶液 (C)加熱至 70 °C 時，形成的溶液為過飽和溶液 (D)不溶於水的固體為 32.8 克。

(B) 18. 已知某元素 M 在其兩種氧化物的重量分別占 80% 及 50%，則 M 的原子量可能為哪些？ (A) 24 (B) 32 (C) 40 (D) 64。

(B) 19. 某元素 Z 具有四種不同氧化態，其相互間的標準還原電位如下：

C  $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$   $E_o = +1.2$  伏特

$Z^{4+} + e^- \rightarrow Z^{3+}$   $E_o = +0.6$  伏特

$Z^{3+} + e^- \rightarrow Z^{2+}$   $E_o = -0.1$  伏特

$Z^{2+} + 2e^- \rightarrow Z$   $E_o = -1.0$  伏特

若將 2M 的  $Z^{2+}$  加入同體積 2M 的  $H^+$  溶液時，下列何者可能產生？ (A)  $O_2$  (B)  $Z^{3+}$  (C)  $H_2$  (D)  $Z$ 。

(C) 20. 定溫定容下，有一平衡系： $CO_2(g) + C(s) \rightleftharpoons 2CO(g)$ ，若下列 4 種最初狀態以 ( $CO_2$  莫耳數，C 莫耳數，CO 莫耳數) 表示：請問下列哪幾組在達平衡狀態後，其  $\frac{[CO]}{[CO_2]}$  值「必然」完全相同？ (A) (0.5, 0.7, 1.6) (B) (0.8, 0.6, 0.8) (C) (0.6, 0.6, 1.2) (D) (0.7, 0.8, 1.0)。

## 第二部分：綜合題 (共 60 分)

### 一、填充題 (共 33 分)

1. 已知原子量 (Ca=40, Na=23, Cl=35.5) (每格 1 分)

(1) 1% 之下列各水溶液：(甲)乙醇(乙)蔗糖(丙)尿素 ( $CO(NH_2)_2$ ) (丁)NaCl (戊)CaCl<sub>2</sub>，其同溫時之蒸氣壓高低順序為何？(1) 甲 > 乙 > 丙 > 戊 > 丁。

(2) 0.1m 之下列各水溶液：(甲)乙醇(乙)蔗糖(丙)尿素 ( $CO(NH_2)_2$ ) (丁)NaCl (戊)CaCl<sub>2</sub>，其凝固點高低順序為何？(2) 甲 = 乙 = 丙 > 丁 > 戊。

2. 請排列下列各物質、各性質的大小順序？ 例如：金屬性大小 (Na、C、F)：Na > C > F。(每格 1 分)

(1) 鍵能大小 ( $F_2$ 、 $Cl_2$ 、 $Br_2$ 、 $I_2$ )：(1)  $Cl_2 > Br_2 > F_2 > I_2$ 。

(2) 沸點 ( $HF$ 、 $HCl$ 、 $HBr$ 、 $HI$ )：(2)  $HF > HI > HBr > HCl$ 。

(3) 游離能 ( $F^-$ 、 $Cl^-$ 、 $Br^-$ )：(3)  $Cl^- > F^- > Br^-$ 。

(4)游離能 ( $\text{Na}^+$ 、 $\text{Mg}^+$ 、 $\text{Al}^+$ )：(4) $\text{Na}^+ > \text{Al}^+ > \text{Mg}^+$ 。

(5)氮與氮之間鍵能 ( $\text{N}_2$ 、 $\text{N}_2\text{F}_2$ 、 $\text{N}_2\text{H}_4$ )：(5) $\text{N}_2 > \text{N}_2\text{F}_2 > \text{N}_2\text{H}_4$ 。

(6)鍵角 ( $\text{NH}_3$ 、 $\text{PH}_3$ )：(6) $\text{NH}_3 > \text{PH}_3$ 。

(7)沸點 (順丁烯二酸、反丁烯二酸)：(7)反丁烯二酸 > 順丁烯二酸。

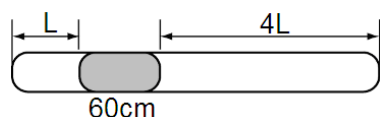
3. 甲烷、丙烷的燃燒反應如下：



今取甲烷和丙烷混合氣體30g，其體積在 $0^\circ\text{C}$ 、1atm下為22.4L。若將此混合氣體完全燃燒，則產生的熱量有 340 kcal？ (3分)

4. 已知各鹽類的 $K_{\text{sp}}$ 如下： $\text{AgCl}=10^{-10}$ 、 $\text{CuI}=10^{-12}$ 、 $\text{AgI}=10^{-16}$ 、 $\text{CuCl}=10^{-17}$ 。現將0.2mol的 $\text{AgCl}$ 與0.1mol的 $\text{CuI}$ 等鹽類共同溶於1L的水中，試問 $[\text{Ag}^+]$ 為  $10^{-5}$  M。 (3分)

5. 在水平放置的玻璃管之中有一段水銀，其水銀柱長為60公分，在某大氣壓力下封住其兩端，此時兩端氣柱分別為L與4L，若將其順時針轉動垂直立起，則兩端氣柱變為等長，則原某大氣壓力為 50 公分水銀柱。 (3分)

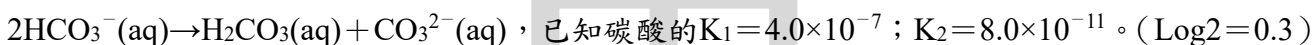


6. 在定溫下， $\text{CaCO}_3$ 於水中溶解度為5mg/L。已知當碳酸鈉加入含等 $\text{Ca}^{2+}$ 及 $\text{Ba}^{2+}$ 濃度之溶液中時，直到80%的 $\text{Ba}^{2+}$ 已被沉澱為 $\text{BaCO}_3$ 時，才有 $\text{CaCO}_3$ 生成之事實，求 $\text{BaCO}_3$ 之 $K_{\text{sp}}$ 為  $5 \times 10^{-10}$ 。  
( $\text{CaCO}_3=100$ ， $\text{BaCO}_3=197$ ) (3分)

7. 若 $2\text{AB}(\text{g}) \rightarrow 2\text{A}(\text{g}) + \text{B}_2(\text{g})$ ，於定溫時在密閉容器中進行一級反應。今有 $\text{AB}(\text{g})$ 的初壓為200mmHg，經120分鐘後容器內氣體的總壓力升至251mmHg，請問 $\text{AB}(\text{g})$ 每小時的分解率為 30 %。 (3分)

8. 家用漂白水的主要成分為次氯酸鈉 ( $\text{NaClO}$ )。現有2.00mL的漂白水，稀釋至100.0mL後，取出20.00mL並加入過量KI，再以0.0100M的硫代硫酸鈉溶液滴定，當澱粉指示劑顯示反應完成時，共耗去32.00mL的硫代硫酸鈉溶液，試問漂白水中次氯酸鈉的重量百分率為 2.98 %。(假設漂白水的密度為1.0g/mL， $\text{NaClO}$ 式量=74.5) (3分)

9. 在 $25^\circ\text{C}$ 下，在一杯1.0M之 $\text{NaHCO}_3$ 的水溶液中，主要的平衡反應如下：



(1)試計算出上述方程式的平衡常數為(1)  $2.0 \times 10^{-4}$ 。 (3分)

(2)試求此溶液的pH值為(2) 8.25。 (3分)

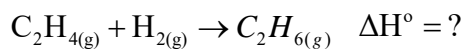
## 二、計算題 (共 6 分)

1. 在定溫下，硫酸銅的溶解度為35克/100克水。現有一杯未知濃度的硫酸銅溶液300克，若將68克的 $\text{CuSO}_4$ 加入溶液中，則會有125克 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的晶體析出，試問此溶液原本的重量百分率濃度為多少%？ ( $\text{CuSO}_4=160$ ) (3分)

2. 氰離子 ( $\text{CN}^-$ ) 濃度可藉由EDTA滴定間接分析。將已知過量的 $\text{Ni}^{2+}$ 加入含 $\text{CN}^-$ 樣品溶液中，可形成 $\text{Ni}(\text{CN})_4^{2-}$ 離子，反應如下： $\text{Ni}^{2+} + 4\text{CN}^- \rightarrow \text{Ni}(\text{CN})_4^{2-}$ 。已知當以EDTA滴定過量的 $\text{Ni}^{2+}$ 時， $\text{Ni}(\text{CN})_4^{2-}$ 不會反應。在一個 $\text{CN}^-$ 分析過程中，20.0毫升含 $\text{CN}^-$ 樣品溶液經添加30.0毫升 $\text{Ni}^{2+}$ 標準溶液後，過量未反應的 $\text{Ni}^{2+}$ 以0.050M的EDTA滴定，需20.0毫升達當量點。另一個獨立實驗中，完全滴定25.0毫升 $\text{Ni}^{2+}$ 標準溶液需要30.0毫升0.050M的EDTA。請計算在20.0毫升樣品溶液中 $\text{CN}^-$ 的濃度為多少M？ (3分)

### 三、問答題 ( 共 21 分 )

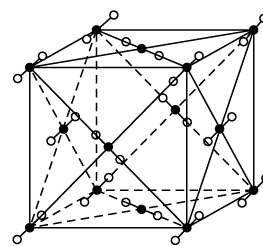
1. 若磷酸( $\text{H}_3\text{PO}_4$ )的 $K_{a1}$ ,  $K_{a2}$ 與 $K_{a3}$ 分別為 $8 \times 10^{-3}$ ,  $5 \times 10^{-8}$ ,  $4 \times 10^{-13}$  , 以此數據分別說明 $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ 與 $\text{HPO}_4^{2-}$ 在水溶液中的酸鹼性。(需寫出平衡方程式, 並計算出平衡常數) (3分)
2. 請利用下列鍵能資料來估算下列反應之反應熱( $\Delta H^\circ$ ) (3分)



	C-C	C-H		C=C	C $\equiv$ C	H-H
鍵能 (kJ/mol)	347	414		611	837	436

3. 固態二氧化碳 (即乾冰) 的晶體結構如圖所示:

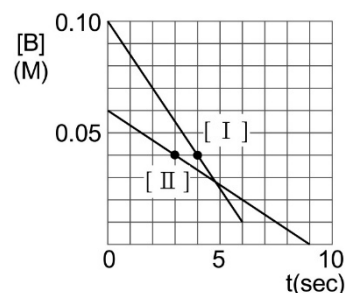
- (1) 則此晶體排列屬於何種立方堆積? (1分)
- (2) 如圖所示的立方晶格中, 含有幾個 $\text{CO}_2$ 分子? (1分)
- (3) 每個 $\text{CO}_2$ 分子周圍距離相等且最近的 $\text{CO}_2$ 分子數目幾個? (1分)



○● 代表一個 $\text{CO}_2$ 分子

4.  $25^\circ\text{C}$ 時, 某勻相反應 $2\text{A} + \text{B} \rightarrow 2\text{C} + \text{D}$ 的反應速率測定實驗中, 得下列之關係圖: ( $[\text{A}]_0 \gg [\text{B}]_0$ ) [ I ]  $[\text{A}]_0 = 3\text{M}$   $[\text{B}]_0 = 0.10\text{M}$

[ II ]  $[\text{A}]_0 = 2\text{M}$   $[\text{B}]_0 = 0.06\text{M}$



- (1) 由圖決定對反應物B而言, 反應是幾級? (3分)
  - (2) 由圖決定對反應物A而言, 反應是幾級? (3分)
  - (須說明如何判別, 且說明題幹上 $[\text{A}]_0 \gg [\text{B}]_0$ 的意義)
5. 比較 $\text{F}_3^-$ 與 $\text{I}_3^-$ , 何者是較穩定的粒子? 請說明原因。 (3分)
  6. 製備阿司匹靈的實驗過程, 會利用飽和碳酸氫鈉溶液及濃鹽酸進行純化的過程, 請問這樣的處理可以去除柳酸嗎? 為什麼? (3分)