

臺北市立中正高中 114 年第 2 次教師甄選初試 【化學科】試題卷

- ◎本次考試作答時間 100 分鐘，鈴響後請停筆，由監試人員協助收回題目卷、答案卷。
 ◎選擇題請依題號，依序一題寫一列。
 ◎請將答案按照題號填入答案卷中，答案請畫底線註記。答案卷用罄不可再新增。
 ◎非選擇題除題目要求外，可不必要列出計算過程。

一、單選題(每題 3 分，共 30 分)

1. 以下有關順、反丁烯二酸的性質，敘述正確的有多少項？

- (1) 熔點：順式 > 反式
 - (2) 沸點：順式 < 反式
 - (3) 對水溶解度：順式 > 反式
 - (4) 同濃度下的 pH 值：順式 > 反式
 - (5) 密度：順式 < 反式
 - (6) 莫耳燃燒熱：順式 < 反式
 - (7) K_{a2} ：順式 < 反式
 - (8) 等重時以同濃度 NaOH 滴定至第一當量點所需 NaOH 體積：順式 > 反式
 - (9) 等重時以同濃度 NaOH 滴定至第一當量點時的 pH 值：順式 > 反式
- (A) 3 (B) 4 (C) 5 (D) 6 (E) 7。

2. 已知： $2Fe^{3+} + Fe \rightarrow 3Fe^{2+}$ ，將 Fe_2O_3 與 Fe 先後投入足量的鹽酸中，待反應完全後，發現溶液中不含 Fe^{3+} ，而所含的 Fe^{2+} 與 H_2 的莫耳數比為 4：1。試求原混合物中 Fe_2O_3 與 Fe 的莫耳數比為何？

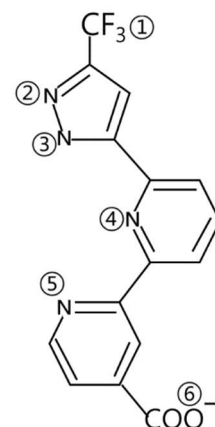
- (A) 1：1 (B) 1：2 (C) 2：1 (D) 2：3 (E) 3：2。

3. 已知 BaC_2O_4 的 $K_{sp}=4 \times 10^{-8}$ ， SrC_2O_4 的 $K_{sp}=5 \times 10^{-8}$ ，今將 2.25 克 BaC_2O_4 與 1.76 克 SrC_2O_4 同時加入 1 升水中，則此溶液中 $[C_2O_4^{2-}]$ 為多少 M？($BaC_2O_4=225$ ， $SrC_2O_4=176$)

- (A) 0.02 (B) 2×10^{-4} (C) 3×10^{-4} (D) 4.2×10^{-4} (E) 9×10^{-8} 。

4. Ru 鈦與鐵 Fe 同族，右圖的 X⁻ 可與 Ru^{2+} 結合成錯合物 $[RuX_2]$ ，則配位基 X⁻ 的配位原子為哪些？

- (A) ③④ (B) ④⑤ (C) ③⑤ (D) ①④⑥ (E) ③④⑤。



5. 將 0.1 M CH_3COOH 、0.1 M NaOH 與 0.05 M HCl 等體積混合後溶液 $[H^+]$ 為何？

(CH_3COOH 之 $K_a=1.8 \times 10^{-5}$)

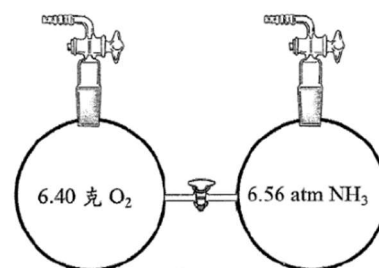
- (A) 0.05 M (B) 1.34×10^{-3} M (C) 1.8×10^{-5} M (D) 1.34×10^{-9} M (E) 6×10^{-6} M。

6. 在高溫下，氨氣與氧氣可進行如下的反應： $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ （係數未平衡）

如右圖之裝置，左、右各為 1.00 升的容器，中間以體積可忽略的氣體閥門連接。

在 227°C 時，先將閥門關閉，左右分別裝入 6.40 g 的氧氣及 6.56 atm 的氨氣，再將氣體閥門打開，使氣體混合均勻並完全反應。假設反應物及生成物均為理想氣體，且反應前後溫度不變，則容器內的總壓力約為多少？

- (A) 6.56 atm (B) 7.22 atm (C) 7.40 atm (D) 8.20 atm (E) 14.8 atm。



※ 7.~10. 為 EDTA 硬度滴定題組

7. 含有鈣鹽或鎂鹽的水叫做硬水。目前環保署所規定的硬度單位是將鈣、鎂離子的總和轉換成 1 升水中所含 CaCO_3 的毫克數(mg/L)，亦即為 ppm。某氣泡礦泉水的成分標示如右，請計算此瓶裝水的總硬度為多少 ppm？(Ca=40，Mg=24)

- (A) 132 (B) 1320 (C) 990 (D) 45.6 (E) 456。

礦物質成分表 每 100 毫升/份(本包裝含 7.5 份)	
鈣 34.8 毫克	鎂 10.8 毫克
鉀 1.1 毫克	硫 3.8 毫克
碳酸鹽 181.6 毫克	氯化物 4.8 毫克

8. EDTA (ethylenediamine-tetraacetic acid)在 pH10 的溶液中， Ca^{2+} 及 Mg^{2+} 均可與 EDTA 形成錯合物，因此可利用 EDTA 滴定來測定水質硬度。滴定的指示劑 Eriochrome Black T(簡稱 EBT) 本身是一種藍色的偶氮染料，當與 Ca^{2+} 及 Mg^{2+} 離子結合時會成為酒紅色錯合物。當 EDTA 溶液加入後，EDTA 會取代 EBT 與 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 離子螯合生成錯合物。由此可知，在滴定前與滴定終點的溶液顏色變化為何？

- (A) 酒紅色變藍色 (B) 藍色變酒紅色 (C) 酒紅色變紫色 (D) 酒紅色變無色 (E) 藍色變無色。

9. 為配製 1 升 pH = 10 的緩衝液，若加入 10 M 的濃氨水 100 mL，則需加入 NH_4Cl 多少克??

- (A) 3.34 (B) 8.56 (C) 0.86 (D) 2.14 (E) 4.28。(Cl = 35.5、 $K_b(\text{NH}_3) = 1.6 \times 10^{-5}$)

10. 以 0.001 M 的 EDTA 溶液來滴定 200 mL 某水樣，達當量點共耗用 50 mL，則某水樣的總硬度為多少 ppm？

- (A) 25 (B) 50 (C) 100 (D) 250 (E) 500。

二、多選題(每題 3 分，共 9 分)

11. 由(甲) $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$ 、(乙) $\text{CrCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$ 、(丙) $\text{CrCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$ 、(丁) $\text{CrCl}_3 \cdot 3\text{NH}_3$ 四種化合物配成 0.1 M 的水溶液 1.0 升，則下列哪些正確？

- (A) 沸點高低順序是甲 > 乙 > 丙 > 丁
 (B) 凝固點高低順序是甲 > 乙 > 丙 > 丁
 (C) 導電大小順序是甲 > 乙 > 丙 > 丁
 (D) 加入過量 $\text{AgNO}_3(\text{aq})$ 時生成的沉澱量大小順序是甲 > 乙 > 丙 > 丁
 (E) 蒸氣壓高低順序是甲 > 乙 > 丙 > 丁。

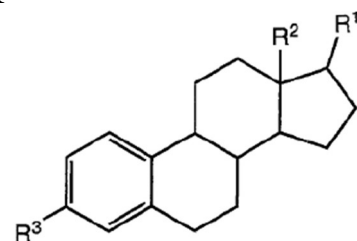
12. 原子或離子內的電子可以透過吸收或放出電磁波，在不同的能階間躍遷。當氦離子 (He^+) 的電子組態為 $3d^1$ 時，其游離能為 E ，則下列相關敘述哪些正確？
- (A) 當 He^+ 的電子組態為 $1s^1$ 時，其游離能為 $9E$
- (B) 當 He^+ 的電子組態由 $3p^1$ 變為 $1s^1$ 時，放出的電磁波能量為 $8E$
- (C) 當氫原子的電子組態為 $2s^1$ 時，其游離能為 $\frac{9}{16}E$
- (D) 當氫原子的電子組態由 $4f^1$ 變為 $2p^1$ 時，放出的電磁波能量為 $\frac{27}{32}E$
- (E) He^+ 的 $2p$ 軌域能量與氫原子的 $1s$ 軌域能量相同。

13. 以下有機物為一種雌激素，其分子式為 $\text{C}_{18}\text{H}_{24}\text{O}_2$ ，為判斷結構中的 R^1 、 R^2 、 R^3 分別為何，進行以下實驗

實驗一：於酸性環境下，將此化合物與過錳酸鉀反應，可得酮類化合物，
分子式為 $\text{C}_{18}\text{H}_{22}\text{O}_2$ 。

實驗二：將此化合物加入氯化鐵的酒精溶液中，可觀察到溶液變成紫色。
根據上述實驗結果，下列敘述何者正確？

- (A) R^1 為羥基 (B) R^2 為甲基 (C) R^3 為 OCH_3 (D) 此分子可溶於 NaOH 溶液中
(E) 將此化合物加入多倫試劑會有銀鏡反應。



三、非選題(共 61 分)

1. 請以價鍵理論說明 $\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}$ 的混成軌域及形狀(包含中心原子、配位基及鍵結的形成)。(5 分)

2. 小美同學在恆定氣壓 750mmHg 下，利用截面積為 1.0 cm^2 的玻璃管進行以下實驗：

實驗 1： 27°C 下，將玻璃管放在水平桌面上，封入少許水銀(灰色部分)，
如圖(A)所示。

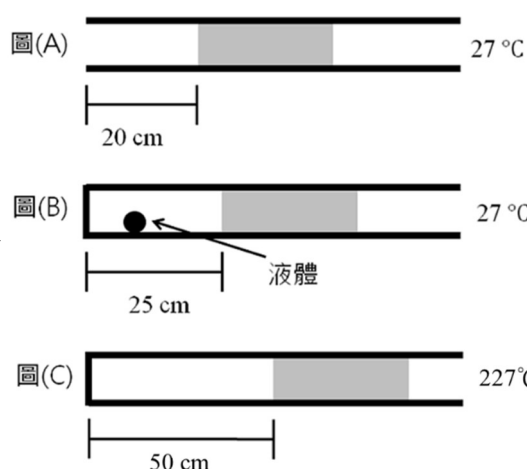
實驗 2：利用圖(A)的裝置，將某種具有揮發性的液體 0.2 g 置入管內左端
管口，達平衡後，結果如圖(B)所示。

實驗 3：利用圖(B)裝置，將溫度緩緩升高至 227°C ，管口左端的液體恰好
消失，如圖(C)所示。

(1) 在 27°C 下，液體的飽和蒸氣壓為多少 cmHg ？(2 分)

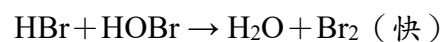
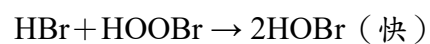
(2) 液體分子量為何？(4 分)

(忽略汞蒸氣的影響，答案四捨五入至整數)



3. 已知苯在 27°C 及 127°C 時之飽和蒸氣壓分別為 76 mmHg 及 1360 mmHg ，今於一密閉容器中充入苯蒸氣 2 莫耳及氮氣 3 莫耳，溫度維持在 127°C ，容器內氣體壓力恰為 1.0 atm ，今將此容器體積縮小，並將此混合氣體溫度降低至 27°C ，若欲使容器內氣體的壓力變為 1.9 atm ，則應該將此容器之體積縮小至原體積之幾倍？
(氮氣在液體苯中的溶解量可忽略不計)(4 分)

4. 已知氣相反應 $4\text{HBr(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O(g)} + 2\text{Br}_2\text{(g)}$ 之反應機構為：



將 HBr(g) 與 $\text{O}_2\text{(g)}$ 各為 1.0 mol 放入真空的密閉容器中，此時總壓為 1.0 atm，反應速率為 S；

則定溫、定容下，持續反應到總壓為 0.9 atm 時，反應速率為 _____ S。(4 分)

5. 已知 Ag^+/Ag 電極之 $E_{\text{red.}}^0 = 0.80 \text{ V}$ ，且 AgCl/Cl^- 之 $E_{\text{red.}}^0 = 0.244 \text{ V}$ ，試計算 AgCl 的 K_{sp} 為何(25 °C)? (4 分)

($\log 2 = 0.3$ ， $R = 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ， $F = 96485 \text{ C}$)

6. 加入硝酸使 Cu_3P 反應產生 Cu^{2+} 、 H_2PO_4^- 及 NO ，現欲溶解 132.90 g 的 Cu_3P 需比重 1.26、純度 50 % 的硝酸 _____ mL。(Cu=63.5，P=31) (4 分)

7. 已知 Rb(s) 的昇華熱為 76 kJ/mol， $\text{Br}_{2(l)}$ 的汽化熱為 30 kJ/mol， $\text{Br}_{2(g)}$ 的鍵解離能為 192 kJ/mol， RbBr(s) 的晶格能為 -670 kJ/mol， Rb(g) 的游離能為 403 kJ/mol， Br(g) 的電子親和力為 324 kJ/mol，則 RbBr(s) 的莫耳生成熱為多少？(4 分)

8. 利用以下四種方法製備氫氣：

(1) 電解水 (2) Al 與 NaOH(aq) 反應 (3) 製備水煤氣 (4) Na 遇水反應。

若要製得相同的質量的氫氣，則上述反應中反應物 H_2O 的莫耳數比依序為何？(3 分)

9. 請利用微積分推導反應速率中零級反應濃度與時間的關係式以及半生期。(4 分)

($[\text{A}]_0$ 為初濃度、 $[\text{A}]_t$ 為 t 時間的濃度、 $t_{1/2}$ 為半生期，k 為速率常數)

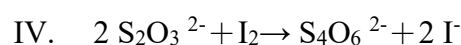
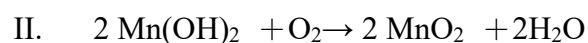
10. 使用鉛蓄電池電解稀薄氫氧化鈉水溶液時，溶液重量減少 9 克，若未使用前的電池內稀硫酸之重量百分濃度為 28 %，其重量為 1.0 公斤，問放電後電池內稀硫酸濃度降至多少%？(4 分)

(答案以百分比表示，並四捨五入至整數位)

11. 某生在濾紙上收集了 5.0 克的 AgCl 白色沉澱，若使用 2.0 M $\text{NH}_3(\text{aq})$ 100 毫升沖洗沉澱物，則 AgCl 會損失 _____ 克(AgCl 的 $K_{\text{sp}}=1.0 \times 10^{-10}$ ， $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ 的解離平衡常數 $K_{\text{d}} = 2.5 \times 10^{-7}$ ， $\text{AgCl}=143.5$)
(四捨五入至小數第二位) (4 分)

12. 今有水族養殖用的一種簡易溶氧測定套組，可測定水質溶氧含量，一組內有 2 個空杯及 4 瓶不同試劑。其包裝盒顯示所含內容物有氫氧化鈉、碘化鉀、硫酸、硫代硫酸鈉、硫酸亞錳。使用說明書如下：

- (1). 先用第一個測試杯裝入 10~15mL 之試水。
- (2). 依序加入測試劑①和測試劑②各 5 滴於水樣中，注意！不要搖動試水！此步驟後會有淡黃色沈澱物產生。
- (3). 立刻利用第二個測試杯取一滿杯的試水，並沿第一個測試杯的杯壁追加至剛好滿杯（總容量為 27.5mL），注意！確定倒進測試杯時沒有氣泡產生！然後小心地將杯蓋蓋好，以防止試水再接觸到空氣。
- (4). 靜置試水約 10 分鐘，讓沈澱物下降至杯底，同時沈澱物會因化學反應而變成淡褐色。
- (5). 10 分鐘後，將杯蓋打開，並將沈澱物上水層的液體倒掉，使總容積只剩 10 ~ 15mL。注意！小心不要將沈澱物也傾倒出來！
- (6). 立刻滴加 5 滴測試劑③，搖動 30 秒，使沈澱物溶解，若未完全溶解，請再追加 1 滴。
- (7). 開始滴加測試劑④，每加一滴都要輕輕地搖晃測試杯，小心觀察其顏色的變化，直到水色由黃褐色變為無色時，立刻停止滴加的步驟，並記下總滴數。
- (8). 每滴加一滴測試劑④相當於溶氧量 0.5 mg/L 的濃度。溶氧量可由測試劑④的總滴數乘以 0.5 mg/L 換算出來。例如：測試劑④的總滴數為 14 滴，則溶氧量為 $0.5 \text{ mg/L} \times 14 = 7 \text{ mg/L}$ 。



根據以上資料，請問：

- (1) 由反應式可推測：水中的 1 莫耳氧分子消耗 _____ 莫耳硫代硫酸鈉。(2 分)
- (2) 說明書第(2)點出現的淡黃色沈澱物、與第(7)點出現的黃褐色物質是什麼？(4 分)
- (3) 若限定只能從實驗室取一物質(或儀器)對試劑①~④瓶做測試，請列出所含的 5 種化合物分別存在於試劑①~④瓶的何處？你要如何確認每瓶所含成分？(需簡述方法與理由)(5 分)
- (4) 由說明書可推測硫代硫酸鈉的濃度約為多少 M？(一滴的體積為 0.05mL)(四捨五入至小數點後第 3 位)(4 分)