

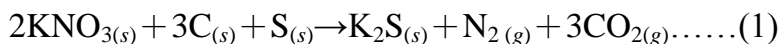
國立竹北高中 102 學年度第 1 學期第 1 次教師甄選 化學 科試題

說明：共叁大題，5 頁，答錯不倒扣。

壹：單一選擇題(15題，每題2分，共30分)

1~2題為題組

◎黑火藥燃燒時的化學反應式如下：



在一個內容量為 8.2 升的炸彈型容器內，在常溫常壓，裝入由硝酸鉀 2020 克(20.0 mol)，碳 480 克(40.0mol)、硫粉 340 克(10.6 mol)磨成的均勻混合物與引信。假設黑火藥一經引燃，就依式(1)反應，溫度快速升高，容器內的壓力隨之增大，溫度最高可達 1000 K，而產生的氣體均可視同理想氣體，未反應的剩餘物均以固體的狀態留存。據此回答 1~2 題。

1. 若裝黑火藥的容器可耐壓 300 大氣壓，則引燃後容器爆炸時的壓力（單位：大氣壓），最接近下列的哪一數值？ (A)100 (B)200 (C)300 (D)400 (E)500。
2. 若裝黑火藥的容器可耐壓 500 大氣壓，則引燃後的最大壓力（單位：大氣壓），最接近下列的哪一數值？ (A)100 (B)200 (C)300 (D)400 (E)500。
3. 下列有關順丁烯二酸與反丁烯二酸的敘述，哪一個不正確？ (A)順丁烯二酸會形成分子間氫鍵 (B)反丁烯二酸的沸點低於順丁烯二酸 (C)順丁烯二酸比反丁烯二酸更易形成分子內氫鍵 (D)在適當的條件下，順丁烯二酸與反丁烯二酸，分別與 1 莫耳的氫氣反應，可得到相同的產物 (E)將順丁烯二酸與反丁烯二酸各 0.1 克，分別溶於 100 毫升的水中，以酸鹼廣用試紙測試，二者均會呈現酸性物質的顏色特徵。
4. 若壓力不變，溫度由 27°C 升高為 627°C 時，理想氣體分子間的平均距離約增為原來的多少倍？ (A) 1.26 (B) 1.45 (C) 1.73 (D) 1.85 (E) 2.00。
5. 奈米碳管的電子傳輸效果佳，可用於導電材料。有一奈米碳管，由 180 個碳原子組成，且其兩端皆封閉。若將一莫耳的碳—碳雙鍵進行氫化，會釋放出約 80 仟卡的熱量。試問若將一個奈米 C_{180} 碳管完全氫化，產生 $\text{C}_{180}\text{H}_{180}$ 的產物，約可釋出多少卡的熱量？ (A) 10^{-23} (B) 10^{-20} (C) 10^{-17} (D) 10^3 (E) 10^6 。
6. 西元 2011 年 3 月 11 日在日本東北地區發生芮氏規模 9.0 大地震，並引發大海嘯，導致福島核電廠受損，放射性物質碘-131 外洩。碘-131 放射強度的半衰期為 8 天。試問下列有

關碘-131的敘述，何者錯誤？ (A)碘-131在人體內，最容易累積在甲狀腺 (B)碘-131的原子核內，中子數比質子數多出25個 (C)在化合物中的碘-131，加硝酸銀溶液使其產生沉澱，就可消除其放射性 (D)碘-131經80天後，其放射性強度就減弱約為原來的千分之一 (E)含有碘-131的氣體化合物，若不考慮氣流等影響，則該氣體分布範圍由1公里擴散至10公里時，其平均濃度會減成約為千分之一。

7~8 題為題組

◎在某固定溫度，化學反應 $\text{I}^{-}(\text{aq}) + \text{OCI}^{-}(\text{aq}) \rightarrow \text{OI}^{-}(\text{aq}) + \text{Cl}^{-}(\text{aq})$ 的反應物初始濃度、溶液中的氫氧根離子初始濃度及初始速率間的關係如下表所示：

實驗編號	I^{-} 的初始濃度 (M)	OCI^{-} 的初始濃度 (M)	OH^{-} 的初始濃度 (M)	初始速率 (mol/L s)
1	2×10^{-3}	1.5×10^{-3}	1.00	1.8×10^{-4}
2	4×10^{-3}	1.5×10^{-3}	1.00	3.6×10^{-4}
3	2×10^{-3}	3×10^{-3}	2.00	1.8×10^{-4}
4	4×10^{-3}	3×10^{-3}	1.00	7.2×10^{-4}

- 上述化學反應的速率常數 (k) 為何 (s^{-1})？ (A) $k=0.1$ (B) $k=6$ (C) $k=10$ (D) $k=60$ (E) $k=600$ 。
- 若實驗編號1的其他濃度不變，僅將溶液的酸鹼值變更為 $\text{pH}=13$ ，反應的初始速率為何 (mol/L s)？
(A) 1.8×10^{-2} (B) 1.8×10^{-3} (C) 1.8×10^{-4} (D) 1.8×10^{-5} (E) 1.8×10^{-6} 。
- 在 27°C 、1大氣壓下，將 20.0 g 的 MgCO_3 加入 500 mL 的純水中。經充分攪拌，並靜置一段時間後，取出上層澄清液，並測得其滲透壓為 75 mmHg 。試問在1大氣壓、 27°C 時， MgCO_3 的溶度積常數 (K_{sp}) 最接近下列哪一個數值？ (A) 2.0×10^{-3} (B) 3.0×10^{-3} (C) 1.0×10^{-6} (D) 4.0×10^{-6} (E) 9.0×10^{-6} 。
- 一大氣壓下，物質沸點的高低，通常可由液體內粒子間作用力的大小來判斷。試問下列物質沸點高低的比較，何者錯誤？ (A) 氫的沸點高於氦 (B) 氯化鎂的沸點高於二氯化硫 (C) 氟甲烷的沸點高於甲胺 (D) 正庚烷的沸點高於正丁烷 (E) 乙酸的沸點高於乙醇。
- 弱酸 (HA) 與弱酸鹽 (NaA) 可配製成緩衝溶液。有一弱酸的解離常數 $K_{\text{a}}=1 \times 10^{-4}$ ，若配製成 $\text{pH}=5.0$ 的緩衝溶液，則溶液中的弱酸與弱酸鹽濃度的比值為何？(即 $[\text{HA}]/[\text{NaA}]$)
(A) $1/1000$ (B) $1/100$ (C) $1/10$ (D) 1 (E) 10 。

12. 已知 H_3PO_4 之 $K_{a1} = 7.1 \times 10^{-3}$, $K_{a2} = 6.3 \times 10^{-8}$, $K_{a3} = 4.4 \times 10^{-13}$, 今欲調配 $\text{pH} = 12.0$ 附近的緩衝溶液, 應選用下列何組藥品最適宜?
- (A) H_3PO_4 , NaH_2PO_4 (B) NaH_2PO_4 , Na_2HPO_4 (C) Na_2HPO_4 , Na_3PO_4
 (D) H_3PO_4 , HCl (E) NaOH , Na_3PO_4
13. 下列化合物或離子的形狀, 何者不是正四面體?
- (A) $\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ (B) $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ (C) BF_4^- (D) SiH_4 (E) CBr_4 。
14. 氯有二種同位數, 其質量數分別為 35 和 37, 而氯的原子量為 35.5, 下列敘述何者錯誤?
- (A) ^{35}Cl 與 ^{37}Cl 在自然界的存量比為 3:1 (B) Cl^+ 的質譜線有兩條, 且強度比為 3:1 (C) Cl_2^{2+} 的質譜線有三條, 且強度比為 9:6:1 (D) Cl^+ , Cl_2^{2+} 共有五條不同 m/e 的質譜線 (E) Cl_2^+ 的質譜線有三條, 且強度比為 9:6:1。
15. 關於鍵角的比較, 何者正確? (A) $\text{SO}_3 > \text{SO}_2 > \text{SO}_4^{2-} > \text{SO}_3^{2-}$ (B) $\text{H}_2\text{O} > \text{NH}_3 > \text{CH}_4$
 (C) $\text{SiCl}_4 > \text{BCl}_3 > \text{BeCl}_2$ (D) $\text{OF}_2 > \text{OCl}_2 > \text{OBr}_2 > \text{OI}_2$ (E) $\text{SF}_6 > \text{BF}_3 > \text{HCN}$

貳：填充題(只需填寫答案，12題，每題3分，共36分)

1. 已知苯的 $K_f = 5.0^\circ\text{C}/\text{m}$, 凝固點為 5.5°C , 今取 0.6 g 醋酸溶於 20 g 的苯中, 在溶液中醋酸部分形成二聚體分子 $2\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow (\text{CH}_3\text{COOH})_2$, 測得上述溶液之凝固點為 4.0°C , 求此溶液中有 _____ % 的醋酸分子形成二聚體分子。 ($\text{CH}_3\text{COOH} = 60$)
2. 於 100°C 時, 5 L 容器中充入甲烷及氧氣各 1 mol, 點火完全燃燒生成 CO_2 和 H_2O 。反應後於 100°C 時容器內壓力為若干 atm?
3. 有關 SO_2 , SO_3 , SO_3^{2-} , SO_4^{2-} 的 S—O 鍵鍵長由大而小的順序為何?
4. 寫出對氨基苯磺醯胺 (磺胺) 的結構式。
5. 將 0.10 M $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)}$ 100 mL 和 0.10 M $\text{NaOH}_{(aq)}$ 100 mL 混合, 若體積可加成, 則溶液 pH 值為若干? (已知 $K_w = 1 \times 10^{-14}$, $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)}$ 的 $K_a = 1 \times 10^{-5}$; $\log 2 = 0.30$)
6. 2.60 克礦砂中所含的鉻, 先經氧化為 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, 再以 80.0 毫升 2.15 M 的 Fe^{2+} 來還原成 Cr^{3+} , 未反應的 Fe^{2+} 需 80.0 毫升 0.400 M 的酸性 MnO_4^- 溶液, 才能完全氧化成 Fe^{3+} , 則: 礦砂中所含鉻的重量百分比為 _____ %。 ($\text{Cr} = 52$)
7. 已知一般呼吸時空氣中氧氣的分壓為 0.21 大氣壓。若海面下 250 英尺處的壓力為 8.40 大氣壓, 試問深海潛水俠在該處呼吸時, 欲維持氧的分壓仍為 0.21 大氣壓, 則呼吸的氣體中氧的莫耳分率應為 _____。

8. C_6H_{14} 有幾種結構異構物？

9. 平衡化學式 $P_4 + OH^- + H_2O \rightarrow PH_3 + H_2PO_2^-$

其中， P_4 當作氧化劑的角色占若干%？

10. 把足量草酸鈉加入25.00 mL含鑷離子(La^{3+})的溶液中產生草酸鑷沉澱。將沉澱過濾，用水洗沉澱後溶於酸並以0.0040 M的過錳酸鉀溶液滴定，結果用掉12.0 mL後達到終點。試求 $[La^{3+}]$ 為若干M？(C=12、K=39、Mn=55.8)

11. 已知在80°C時，純A、純B的飽和蒸氣壓分別為712.5 mmHg、950 mmHg，若A，B二液體所組成的理想溶液，其正常沸點為80°C，求80°C時，此理想溶液的飽和蒸氣中，A的莫耳分率為多少？

12. 已知 $\Delta E^\circ(Al-Ni^{2+}) = 1.41V$ ， $\Delta E^\circ(Ni-Ag^+) = 1.05V$ ， $\Delta E^\circ(Cu-Ag^+) = 0.46V$ ，則 $\Delta E^\circ(Al-Cu^{2+}) = ? V$

叁：非選擇題(需寫出計算過程，4大題，共34分)

一、下列是在特定溫度下利用目視比色法，求平衡常數的實驗。實驗步驟如下：

步驟 I. 取 5 支規格相同的比色用試管，分別加入 5 毫升的 0.002 M KSCN 溶液，並標記為 1 至 5 號試管。

步驟 II. 取 20 毫升的 0.25 M 硝酸鐵水溶液，置於錐形瓶中，標為甲溶液。

步驟 III. 以吸量管吸取 10 毫升甲溶液，置於另一錐形瓶中並加水稀釋成 25 毫升，標為乙溶液。

步驟 IV. 重複步驟 III 的稀釋程序，以乙溶液配製丙溶液，以丙溶液配製丁溶液，以丁溶液配製戊溶液。

步驟 V. 以吸量管取甲溶液 5 毫升加至 1 號試管，並在試管中加入一滴硝酸，混合均勻。

步驟 VI. 重複步驟 V 的方法，將 5 毫升乙、丙、丁、戊溶液分別加至 2 至 5 號試管。

步驟 VII. 將 2 至 5 號試管分別與 1 號試管比色，由試管的正上方俯視，用滴管從 1 號試管吸出適量溶液，當各試管與 1 號試管顏色深淺相同時，記錄各試管與 1 號試管的液面高度比。

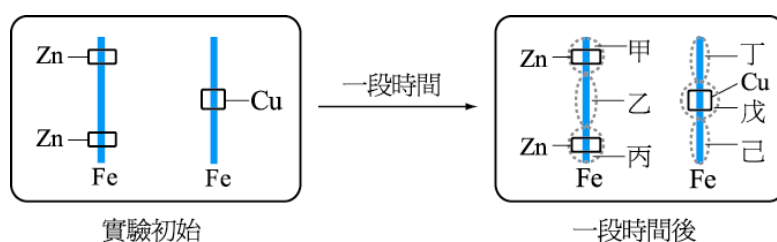
(1) 寫出此一平衡反應的淨離子反應式？(3 分)

(2) 丁溶液中 Fe^{3+} 的濃度為何？(3 分)

(3) 若將1號試管血紅色的濃度視為完全反應的結果，當4號試管與1號試管的顏色深淺

相同時，其液面高度比為4：1。試問4號試管中血紅色物質的濃度為何？（3分）

二、鐵生鏽是常見的氧化還原反應。反應中，鐵氧化為 $\text{Fe}^{2+}_{(aq)}$ ，而氧還原與水反應生成 $\text{OH}^{-}_{(aq)}$ 。 $\text{Fe}^{2+}_{(aq)}$ 的檢驗可由 $\text{Fe}^{2+}_{(aq)}$ 與 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_{(aq)}$ 反應呈藍色而得知；而 $\text{OH}^{-}_{(aq)}$ 的檢驗，可由 $\text{OH}^{-}_{(aq)}$ 遇無色的酚酞呈紅色而得知。實驗初始時，王同學將左鐵棒的上、下兩端各聯上一鋅片，而在右鐵棒中段聯上一銅片（如實驗初始圖），王同學將此二者靜置於含有 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_{(aq)}$ 及酚酞的混合膠質溶液中，經一段時間後，發現圖中的甲、乙、丙、丁、戊、己等六區均有變化，試寫出甲、乙、丁、戊各區的化學反應，以及產物的顏色。（12分）



三、 $\text{CaCO}_{3(s)}$ 分解為 $\text{CaO}_{(s)}$ 與 $\text{CO}_{2(g)}$ 的平衡反應式如右： $\text{CaCO}_{3(s)} \rightarrow \text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$

已知850 °C時，此反應的平衡常數 $K_p = 1.21$ （以atm表示）。試回答下列問題：

- (1)取1.0莫耳的 $\text{CaCO}_{3(s)}$ 置入一體積為10.0公升的容器後，將容器抽至真空，並將容器加熱到850 °C。在此溫度下，當反應達平衡時，容器內氣體的壓力應為幾大氣壓(atm)？（3分）
- (2)承上題，定溫下(850 °C)，將容器體積減為5.0公升，並加入1.35 atm 的氮氣，當反應再度平衡時，容器內氣體的壓力應為幾大氣壓(atm)？（3分）
- (3)承第1小題，定溫下(850 °C)，再加入0.1莫耳的 $\text{CaO}_{(s)}$ 於容器中，當反應再度平衡時，容器中的 $\text{CaCO}_{3(s)}$ 與 $\text{CO}_{2(g)}$ 莫耳數應如何變化？（以增加、減少、不變的方式表示）（3分）

四、

- (1) 排列同溫時苯酚、甲醇及水之 K_a 大小，並說明原因。（2分）
- (2) 排列同溫時正丁醇、第二丁醇及第三丁醇與 HBr 反應之活性大小，並說明原因。（2分）