

# 103 年度全國科學班試辦聯合資格考化學科試題卷

說明：

※可使用不具程式記憶功能之計算器

※請將正確答案填寫於答案卷上，不需要列出解題過程

※下列資料，可供回答問題之參考

元素週期表(1~36 號元素)

1 H 1.0																	2 He 4.0
3 Li 6.9	4 Be 9.0											5 B 10.8	6 C 12.0	7 N 14.0	8 O 16.0	9 F 19.0	10 Ne 20.2
11 Na 23.0	12 Mg 24.3											13 Al 27.0	14 Si 28.1	15 P 31.0	16 S 32.1	17 Cl 35.5	18 Ar 40.0
19 K 39.1	20 Ca 40.1	21 Sc 45.0	22 Ti 47.9	23 V 50.9	24 Cr 52.0	25 Mn 54.9	26 Fe 55.8	27 Co 58.9	28 Ni 58.7	29 Cu 63.5	30 Zn 65.4	31 Ga 69.7	32 Ge 72.6	33 As 74.9	34 Se 79.0	35 Br 79.9	36 Kr 83.8

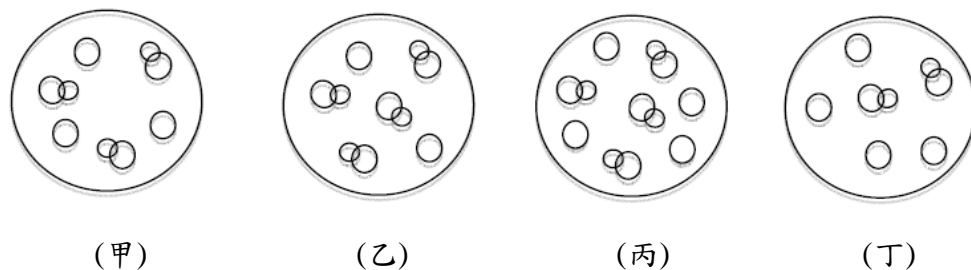
一、在  $T^{\circ}\text{C}$  時，5.0 莫耳的 A 溶劑與 3.0 莫耳的 B 溶劑混合成一理想溶液。達平衡狀態時，測得蒸氣中 A 與 B 的莫耳分率皆為 0.5。回答下列問題：

1. 純溶劑 A 與 B 在  $T^{\circ}\text{C}$  時的飽和蒸氣壓大小關係為何？(2%)
2. 純溶劑 A 與 B 在  $T^{\circ}\text{C}$  時的飽和蒸氣壓的比為何？(2%)
3. 假設 A 與 B 可能是環己烷或甲苯，那麼我們可以推論 A、B 當中何者是環己烷？(2%)
4. 承 3，請簡述你的推論依據。(2%)
5. 現有一個體積固定的真空容器，中間有一可自由滑動之活塞(一開始先固定)，把兩邊隔成體積均為 V 升的甲、乙兩室，若甲室通入  $T^{\circ}\text{C}$  溶劑 A 的飽和蒸氣(不含 A 液體)，乙室通入  $T^{\circ}\text{C}$  溶劑 B 的飽和蒸氣(不含 B 液體)，然後使活塞可自由滑動，溫度維持不變，平衡後甲室之體積為何？(2%)

二、某酯水解可得芳香族一元羧酸 A 及醇 B。為了鑑定某酯的結構，進行以下實驗，回答下列問題：

1. 燃燒 2.72 mg 的 A，得二氧化碳 7.05 mg 及水 1.43 mg，由此可知 A 的實驗式為何？(2%)
2. 中和 170 mg 的 A，共用去 0.10 M 氫氧化鈉溶液 12.50 mL，由此可知 A 的分子量為何？(2%)
3. 羧酸 A 以過錳酸鉀的酸性溶液氧化後，再加熱時發生分子內脫水產生酸酐 C。由此可推測 A 的結構式為何？酸酐 C 的結構式為何？(4%)
4. 取 3.20g 醇 B，需消耗 0.08 莫耳過錳酸鉀的酸性溶液才能完全氧化，由此可得知醇 B 的示性式為何？寫出此氧化還原的平衡方程式(可以離子式表達)。(4%)
5. 綜合上述結果，可確定某酯的結構式為何？(2%)
6. 在某酯的結構中有幾個碳原子具有  $sp^2$  混成軌域？(1%)

三、同溫、同壓下，配製同體積之某弱酸 (HA) 及其弱酸鹽的緩衝溶液 4 種，示意如下圖， $A^-$  以大球表示、HA 以大、小兩球相連表示，水分子及其他離子在圖中並未顯示，回答下列問題：

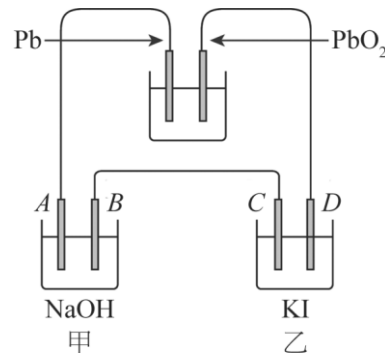


1. 假設弱酸的  $K_a = 1.0 \times 10^{-5}$ ，則上列緩衝溶液(甲)的 pH 值為多少？(2%)
2. 上列緩衝溶液何者具有最大的緩衝能力，即緩衝效果最佳？為什麼？(4%)
3. 若加入少量強酸或強鹼，假設體積的變化可以忽略，(甲)有没有可能變成(乙)或(丙)？為什麼？(4%)

四、化學家研發某具有抗凍效果的有機小分子，取此化合物 0.243 克溶入 25.0 mL 的水中，其凝固點為  $-0.201\text{ }^{\circ}\text{C}$  (純水之  $K_f = 1.86\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{m}$ )，試回答下列問題：

1. 計算此分子的分子量 (假設水的密度為  $1.00\text{ g/mL}$ )。(2%)
2. 元素分析發現此分子中，碳的重量百分比為  $53.31\%$ ，氫佔  $11.18\%$ ，其餘均為氧，試求其分子式。(2%)
3. 試畫出 2 種此分子之結構式，其中一種含有氫鍵，另一則否。(2%)

五、一電解裝置如圖所示，其中甲為 10 克  $10\%$  之  $\text{NaOH}_{(aq)}$ ，乙為 2 升  $1\text{ M}$  之  $\text{KI}_{(aq)}$ 。在  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、1 大氣壓下，以 10 安培電流通電 32 分 10 秒，回答下列問題：



1. 乙電解槽中，何電極附近之溶液能使酚酞變紅色？(C 或 D) (1%)
2. 寫出 C、D 電極的半反應方程式。(2%)
3. 電解後，甲電解槽中溶液之重量百分率濃度為多少？(2%)
4. 電解後，乙電解槽中溶液之 pH 值為多少？(假設溶液體積不變) (2%)
5. 鉛蓄電池中，硫酸水溶液之重量變化如何？(2%)
6. A、B、C 三電極生成之氣體共有多少升？(2%)

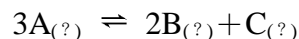
六、有下列五個錯合物：



回答下列問題：

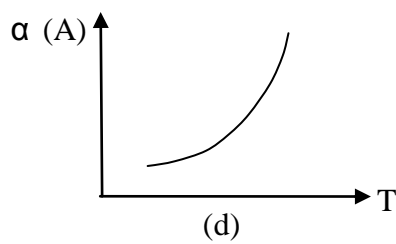
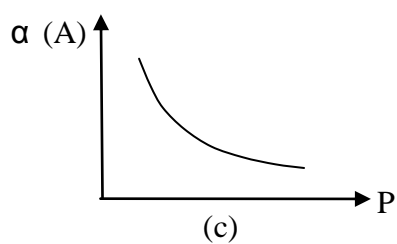
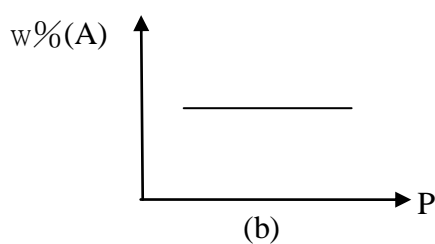
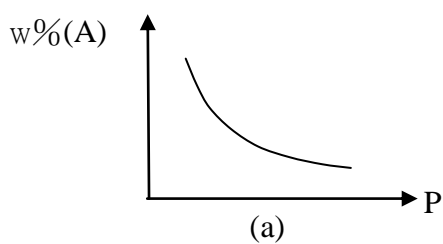
1. 錯合物甲~丁中，哪些中心金屬的氧化數為 +3？(1%)
2. 錯合物丙中，n 的數值應為何？(1%)
3. 錯合物丁中，中心鉻金屬離子的電子組態為何？(1%)
4. 錯合物戊經元素分析結果發現，含 Pt：48.1%，N：13.8%，H：2.96% 及 Cl：35.1%，試求出此化合物的實驗式為何？(Pt=195)。(2%)
5. 承 4，錯合物乙與戊各取一莫耳溶於水後，其導電度相近，由此可推知錯合物戊溶於水後的解離方程式為何？(2%)
6. 承 4~5，錯合物戊的中心原子 Pt 的配位數為何？(1%)
7. 假設甲~戊各自配成濃度相同溶液，各溶液之凝固點由高至低順序為何？(2%)
8. 錯合物甲~戊中，何者具有順、反異構物？(1%)

七、有一可逆反應：



反應中物質 A、B、C 的狀態未知，試回答下列各小題，第 1~3 小題反應條件是定溫下藉由改變容器體積來調控系統壓力 P，第 4 小題反應條件是定容下改變溫度。在各小題條件下，每個物質合理的狀態可能不只一種。

1. 若壓力 P 和平衡時 A 的重量百分組成  $w\%(\text{A})$  的關係如下圖(a)，且 B 為氣態，則 A 與 C 物質可能分別為何種狀態？(2%)
2. 若壓力 P 和平衡時 A 的重量百分組成  $w\%(\text{A})$  的關係如下圖(b)，且 C 為氣態，則 A 與 B 物質可能分別為何種狀態？(2%)
3. 若壓力 P 和平衡時 A 分解率  $\alpha(\text{A})$  的關係如下圖(c)，則 A 物質可能為何種狀態？B、C 物質中應至少有一種為何種狀態？(2%)
4. 若溫度 T 和 A 的分解率  $\alpha(\text{A})$  有如下圖(d)中的關係，則上述反應為吸熱或放熱反應？(1%)

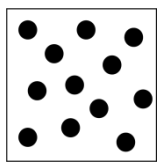
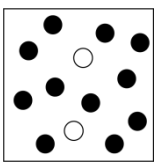
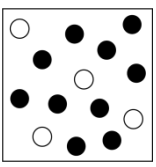
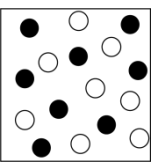
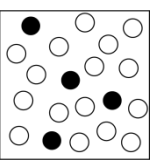


- 八、 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$  是科學家發現的一種高溫超導材料。其中 Y、Ba、O 三種元素都有固定的氧化數，分別為 +3、+2、-2，而 Cu 則是 +3 和 +2 的混合氧化數狀態。欲測定該化合物的組成可用碘滴定法，其分析步驟如下：
- 步驟一：取一  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$  樣品，用稀鹽酸溶解，在氮氣保護下加足量的 KI 固體，樣品中的  $\text{Cu}^{3+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$  均可與 KI 反應，生成  $\text{I}_2$  及  $\text{Cu}^+$ 。再用 0.01 M  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液滴定得到的  $\text{I}_2$ ，達滴定終點時消耗  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液 24.00 毫升。
- 步驟二：另取與步驟一質量相等的  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$  樣品，用稀鹽酸溶解再煮沸，使其中的  $\text{Cu}^{3+}$  全部轉化為  $\text{Cu}^{2+}$ ，冷卻後用碘滴定法測定，到達終點時消耗  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液 18.00 毫升。

回答下列問題：

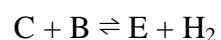
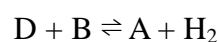
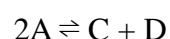
1. 寫出  $\text{Cu}^{3+}$  與  $\text{Cu}^{2+}$  各自與 KI 作用的離子反應平衡方程式。(2%)
2. 寫出  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液滴定  $\text{I}_2$  的離子反應平衡方程式 ( $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 \rightarrow ?$ )。(2%)
3. 步驟二的滴定過程中常以何種物質作為指示劑？滴定終點的顏色有何變化？(2%)
4. 求化合物中  $\text{Cu}^{3+}$  和  $\text{Cu}^{2+}$  的莫耳數比為何？(2%)
5. 此超導材料化合物的化學式為何？(2%)

- 九、若以黑球代表氣態分子 X，白球代表氣態分子 Y，今於 300 K 時，在體積 0.5 L 的密閉容器中置入若干氣態分子 X，容器中氣體分子數隨時間的變化，以及氣態分子 X 在各時間點的瞬時消失速率如下表所示，回答下列問題：  
(若需使用對數值，請以下列數值計算： $\log 1.1 = 0.04$ ,  $\log 2 = 0.3$ ,  $\log 3 = 0.48$ )

時間(min)	0	$t_1$	$t_2$	18.0	$t_3$
容器中的分子數					
總壓瞬時增加率 $\times 10^2$ (atm/min)	1.80	1.65	1.50	1.20	R

1. 試以反應式表示上述反應。(2%)
2. 此反應的級數為何？(2%)
3. 試預測表格中，在  $t_3$  時間時 R 值應為多少？(2%)
4. 表格中時間  $t_1$ 、 $t_2$  及  $t_3$  數值分別為多少？(6%)

- 十、近來較輕的元素之化合物及其各種混合物因可作為氫氣燃料的來源，而受到許多重視。化合物 A (分子式： $\text{XYH}_2$ ) 及 B (分子式： $\text{XH}$ ) 皆是具潛力的釋氫材料(其中 X、Y 均位於週期表第二週期元素)。將 A、B 以 1:2 之莫耳比混合，在催化條件下，反應產生氫氣，而將氫完全放出後，失重 10.4%。已知 A 受熱可分解為固體化合物 C 及氣體化合物 D，化合物 D 接觸潮濕的石蕊試紙可使其變色。將 A、B 混合可強化其釋氫效果，經研究發現其釋氫反應分為下列三步驟進行：



其中 A、C、E 均能水解，並生成 F 及 D。X 和 Y 結合可得化合物 G，G 的陰離子與  $\text{CO}_2$  有相等電子數，G 可分解為 E 及無色氣體 I。寫出 A、B、C、D、E、F、G 及 I 之化學式。(8%)

**試題結束**