

110 年度全國科學班聯合學科資格考化學科試題卷

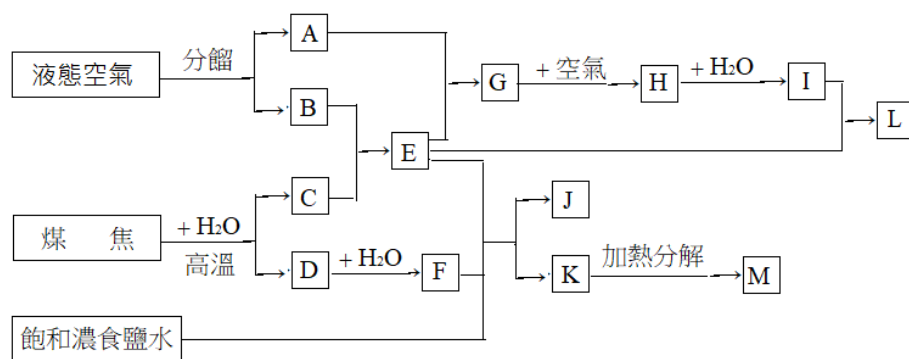
(原子量：He=4, O=16, Br=80, Na=23, Mg=24, Al=27, P=31, S=32, Cl=35.5, K=39, Ca=40, Ba=137, I=127)

一、多重選擇題：(每題 3 分，多寫或少寫一選項扣 1 分)

- 下列何者為放熱過程？
 - 氫原子的電子由 4s 移至 3d
 - 碳 $1s^2 2s^2 2p_x^2 \rightarrow$ 碳 $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1$
 - 鈉 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 \rightarrow$ 鈉 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
 - 氧 $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2 \rightarrow$ 氧 $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$
 - 銅 $[Ar]3d^{10} 4s^1 \rightarrow$ 銅 $[Ar]3d^9 4s^2$
- 下列關於(甲)CO；(乙)CO₂；(丙)CO₃²⁻；(丁)C₂O₄²⁻，4 種物質的結構與特性敘述，請選出正確的選項？
 - 具有共振結構為：丙、丁
 - 碳與氧間的鍵能為：甲>乙>丁>丙
 - 路以士結構為平面型者為：甲、乙
 - 具有配位共價鍵者為：甲、丙、丁
 - 具有極性共價鍵，且為非極性分子或離子者為：甲、丙、丁
- 下列關於有機物的檢驗何者正確？(假設有反應即可分辨，無須涉及計量)
 - 利用與水的互溶性可分辨出氯仿和丙酮
 - 與多倫試劑共熱可分辨出丙酮和丙醛
 - 與斐林試劑共熱可分辨出 1-丙醇和 2-丙醇
 - 與氯化亞銅的氨水溶液反應可分辨出 1-己炔和 2-己炔
 - 利用氫氧化鈉水溶液可分辨苯胺和苯酚
 - 利用稀、冷的過錳酸鉀水溶液可分辨乙烯和乙炔
 - 利用元素重量分析法可分辨甲醚和乙醇

二、填充題：(共 25 分)

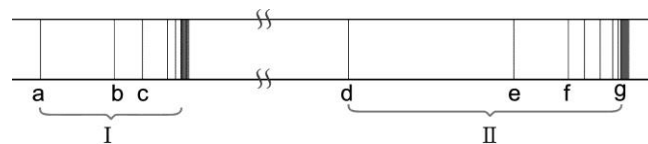
4. 下圖是某化工廠生產流程圖(部分反應條件已省略)，請推論 E、F、I、J、K、L、M 各為何種物質，以化學式表示。



提示一：L 為一鹽類

提示二：飽和食鹽水 + E + F → J + K (K 因溶解度較小而沉澱析出)

5. 附圖為氫原子光譜的紫外光區及可見光區的譜線，且 $H_{(g)} \rightarrow H^+_{(g)} + e^-$, $\Delta H = Q \text{ Kcal}$ ，回答下列問題：



- 譜線 a 之能量為多少？(以 Q 表示)
- $(\nu_f - \nu_d)$ 等於此原子光譜之何條譜線的頻率？
- 譜線 e 與 d 的頻率比為何？
- 譜線 b 與 d 的波長比為何？

改變 平衡條件	$\text{NO}_2/\text{N}_2\text{O}_4$ 莫耳數比	平衡常數 K
加壓	①	②
升高溫度	③	④
增加 N_2O_4 的濃度	⑤	⑥

11. 已知 25°C ，甲、乙、丙、丁四杯水溶液分別為：(甲) 0.10 M NaOH(aq) 、(乙) 0.10 M HCl(aq) 、(丙) $0.10\text{ M CH}_3\text{COOH(aq)}$ 、(丁) $0.10\text{ M CH}_3\text{COONa(aq)}$ ，試回答下列問題： $(\text{CH}_3\text{COOH}$ 的 $K_a = 2 \times 10^{-5}$ ； $\log 2 = 0.30$ ； $\log 3 = 0.48$ ，答案皆計算至小數點下兩位)

(1) (甲)、(乙)、(丙)、(丁)溶液的 pH 值分別為多少？(每個 1 分，共 4 分)

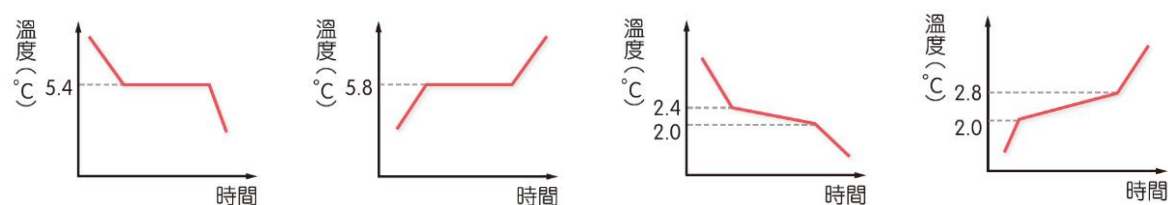
(2) 按照下列混合方式，將上述溶液相互混合，試問 x 、 y 、 z 、 w 分別為多少？(每個 1 分，共 4 分)

混合方式	pH 值
1.0 mL 甲溶液 + 2.0 mL 乙溶液	x
1.0 mL 甲溶液 + 2.0 mL 丙溶液	y
1.0 mL 甲溶液 + 2.0 mL 丁溶液	z
1.0 mL 乙溶液 + 2.0 mL 丙溶液 + 2.0 mL 丁溶液	w

12. 某生進行苯及其溶液的凝固點測定，實驗過程如下，根據實驗結果，回答下列問題：(苯的 $K_f = 5^\circ\text{Cm}^{-1}$)

(I) 將苯冷卻，每隔 30 秒測其溫度，記錄結果如圖(一)，完全凝固後再將其加熱，每隔 30 秒測其溫度，記錄結果如圖(二)。

(II) 將苯甲酸 6.1 克加入 50 克苯中，重複(I)的操作得圖(三)及圖(四)。



圖(一) 冷卻

圖(二) 加熱

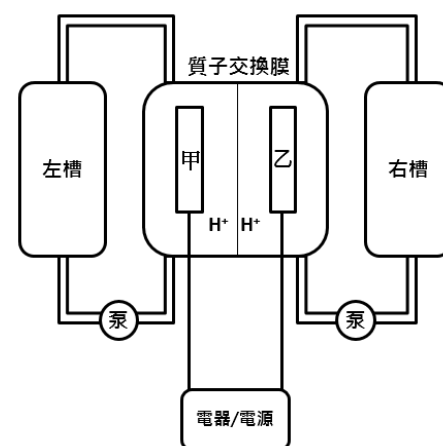
圖(三) 冷卻

圖(四) 加熱

(1) 苯及苯甲酸之苯溶液的凝固點分別為若干 $^\circ\text{C}$ ？(各 1 分，共 2 分)

(2) 苯甲酸的分子式為 $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ (分子量為 122)，按上述實驗結果，計算溶液中的苯甲酸發生偶合形成二聚體的百分比為何？(2 分)

13. 全釩液流儲能電池(Vanadium Redox Flow Battery、VRFB)廣泛應用於風能、太陽能發電系統的儲能系統。液流電池的功率與能量可以分開設計。功率與電壓、電流密度有關；電量或能量與儲槽大小或活性物質濃度有關。全釩液流儲能電池是利用不同價態離子對的氧化還原反應，來實現化學能和電能相互轉化的裝置。其裝置如右圖，其中甲、乙為電極：



已知下列陽離子的顏色及電池反應：

$\text{V}^{2+}(\text{aq})$ /紫色、 $\text{V}^{3+}(\text{aq})$ /綠色、 $\text{VO}^{2+}(\text{aq})$ /藍色、 $\text{VO}_2^+(\text{aq})$ /黃色

電池充電及放電的化學反應式為： $\text{VO}_2^+ + \text{V}^{2+} + 2\text{H}^+ \xrightleftharpoons[\text{充電}]{\text{放電}} \text{VO}^{2+} + \text{V}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$ 。

今一全釩液流儲能電池(VRFB)放電時，左槽溶液由黃色逐漸變為藍色，試回答下列問題：

(1) 哪一電極為負極？(回答甲或乙)(1 分)

(2) 放電時， H^+ 朝哪一電極移動？(回答甲或乙)(1 分)

(3) 充電時若轉移的電子數為 3.01×10^{23} 個，則最終質子交換膜左側溶液中的 H^+ 的莫耳數變化量為增或減多少 mol？(2 分)

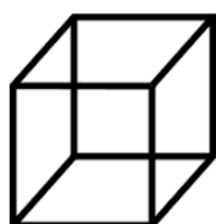
14. 有一瓶濃度未知的溶液，其中只含一種成分，可能為 NaHA 或 Na₂A，已知 H₂A 的 pK_{a1} 為 6.37，pK_{a2} 為 10.32，小明利用 0.10 M 鹽酸溶液、酚酞指示劑(變色範圍 pH 8~10)及甲基橙指示劑(變色範圍 pH 3.1~4.4)，進行探究實驗，實驗結果如下表，回答下列問題：(log2 = 0.30；log3 = 0.48)

實驗編號	指示劑	未知液體積(mL)	鹽酸消耗體積(mL)
1	酚酞	10.00 mL	8.20 mL
2	甲基橙	10.00 mL	15.00 mL

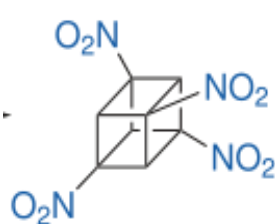
- (1) 依據實驗結果，請問溶液成分應為 Na₂A 還是 NaHA？你判斷的依據？(各 1 分，共 2 分)
- (2) 承(1)，此未知溶液的濃度為多少 M？(2 分)
- (3) 為什麼實驗 1 與 2，兩者消耗的鹽酸體積差異那麼大？簡要說明之。(2 分)
- (4) 承(2)，計算實驗 2 當量點之 pH 值為何？(2 分)
15. 25°C 下，有一亞鐵離子與鐵離子混合水溶液，經 pH 調整後，各離子的濃度變化如下圖所示。若鐵離子與亞鐵離子易與氫氧根離子反應，而形成難溶性鹽類，請回答下列問題：

pH	2	8
平衡時，[Fe ²⁺]	1.0 M	1x10 ⁻² M
平衡時，[Fe ³⁺]	1.0 M	1x10 ⁻¹⁸ M

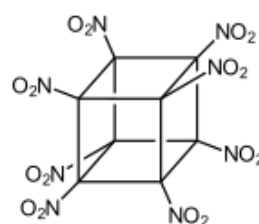
- (1) 氫氧化鐵的 K_{sp} 為何？(1 分)
- (2) 氫氧化亞鐵的 K_{sp} 為何？(1 分)
- (3) 在未調整 pH 值的亞鐵離子與鐵離子混合溶液中，亞鐵離子與鐵離子兩者濃度的大小關係為何？(2 分)
16. 立方烷於 1964 年被合成出來，結構中有 8 個碳原子分別在正立方體之頂點，其鍵線式如附圖。科學家也可以合成四硝基立方烷再反應成八硝基立方烷(如附圖)。八硝基立方烷對震動的敏感度低、反應可產生二氧化碳及氮氣，為具潛力之炸藥。請回答下列問題：



立方烷



四硝基立方烷



八硝基立方烷

- (1) 請寫出立方烷之分子式。(1 分)
- (2) 四硝基立方烷有幾種同分異構物(不含光學異構物)？(2 分)
- (3) 立方烷與四硝基立方烷何者 pK_a 較小，為什麼？(各 1 分，共 2 分)
- (4) 立方烷與環己烷何者 pK_a 較小，為什麼？(各 1 分，共 2 分)
- (5) 請寫出八硝基立方烷分解產生二氧化碳及氮氣之反應式。(2 分)
- (6) 2, 4, 6-三硝甲苯又稱黃色炸藥 T.N.T.，欲由甲苯作為起始物反應生成 2, 4, 6-三硝甲苯需加入哪些藥品反應？(2 分)