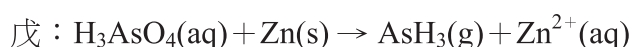
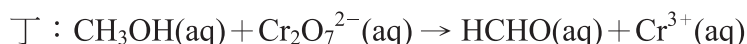
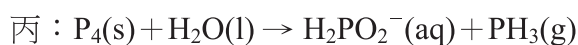
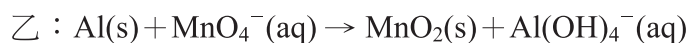
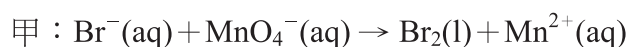


第壹部分、選擇題（占 76 分）

一、單選題（占 28 分）

說明：第 1. 題至第 7. 題，每題 4 分。

1. 下列甲 ~ 己六個氧化還原反應式（僅寫出主反應物與主產物，且係數未平衡），哪幾個必須在酸性條件下才能進行反應？



- (A) 甲乙丙
(B) 甲丁戊
(C) 甲乙戊
(D) 乙丁己
(E) 丁戊己
2. 傳統黑白照相底片的化學原理，是利用硫代硫酸鈉（ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$ ）溶解未曝光的溴化銀 $\text{AgBr}(\text{s})$ ，試問在 1.0 L 0.5 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$ 溶液中可溶解大約多少克的 $\text{AgBr}(\text{s})$ ？（已知： $\text{AgBr}(\text{s})$ 的 $K_{\text{sp}} = 5.0 \times 10^{-13}$ ； $\text{Ag}^+(\text{aq}) + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}(\text{aq})$ 的 $K = 3.2 \times 10^{13}$ ；原子量： $\text{Br} = 80$ ， $\text{Ag} = 108$ ）
- (A) 2.1
(B) 4.2
(C) 6.3
(D) 21
(E) 42

3. 已知在 25 °C 時，苯與甲苯混合可形成理想溶液，圖 1 表示苯與甲苯以各比例混合後，測得之溶液蒸氣壓曲線；圖 1 中甲點的坐標 (x, y) 為多少？

- (A) (0.20, 20.0)
(B) (0.20, 24.0)
(C) (0.25, 22.5)
(D) (0.25, 24.0)
(E) (0.30, 25.0)

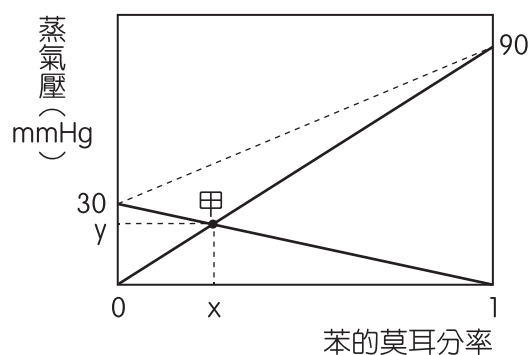


圖 1

二、多選題 (占 48 分)

說明：第 8. 題至第 19. 題，每題 4 分。

8. 四個半電池的標準還原電位如表 1，裝置如圖 4，其中甲與乙，以及丙與丁之間，分別用裝滿 1.0 M 硝酸銨溶液的鹽橋連接：

表 1

燒 杯	溶液 (1.0 M)	電 極	標準還原電位
甲	硫酸鋅	鋅片	-0.76 V
乙	硝酸銀	銀片	0.80 V
丙	硫酸鎳	鎳片	-0.23 V
丁	硫酸銅	銅片	0.34 V

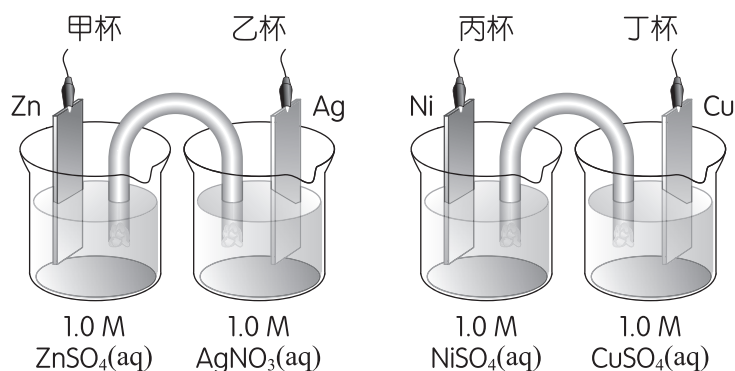


圖 4

小明做了以下兩個簡易實驗：

實驗一：將伏特計用導線連接於丙與丁兩半電池的電極所成的電池，伏特計的讀數約為「a」伏特；稍後若將燒杯丁中加入些許 $\text{Na}_2\text{S}(\text{aq})$ ，使水溶液的銅離子濃度瞬間降低，此時伏特計的讀數瞬間為「b」。

實驗二：將伏特計用導線連接於甲與丙兩半電池的鋅片與鎳片間，且以導線連接銀片與銅片形成一電池組，伏特計的讀數約為「c」伏特，此時鎳片發生「d」半反應；若使電池組形成通路數分鐘，則伏特計的電壓會為「e」。

依小明的實驗內容，下列敘述哪些正確？

- (A) a 為 0.11
- (B) $b > a$
- (C) c 為 0.99
- (D) d 為氧化
- (E) $e < c$

9. 25 °C 下，某單質子酸 HA 在不同比例 $\frac{[A^-]}{[HA]}$ 之水溶液

中的 pH 值如圖 5 所示，下列敘述哪些正確？

(A) 此酸之 K_a 值為 2×10^{-4}

(B) $\frac{[A^-]}{[HA]} = 1$ 時， $[H^+] = 2 \times 10^{-5} M$

(C) pH = 4 時， $\frac{[A^-]}{[HA]} = 0.3$

(D) 25 °C 下，HA 水溶液的 pH 值小於 7

(E) $\frac{[A^-]}{[HA]}$ 的比值愈大，HA 的解離百分比愈高

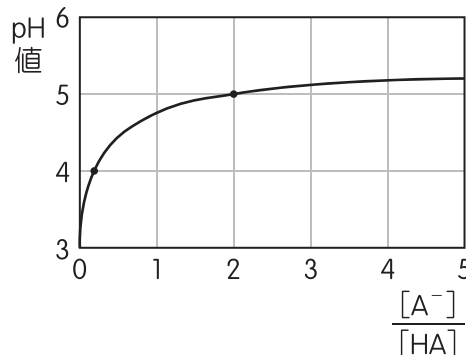


圖 5

10. 已知 $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + 22 kcal$ ，下列敘述哪些正確？

(A) 定容下，此反應可以用壓力變化測定反應速率

(B) 可直接依反應式 $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ 來判斷速率定律為 $r = k[N_2][H_2]^3$

(C) 該反應的平衡常數 $K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$

(D) 此反應的正反應活化能小於逆反應活化能

(E) $\frac{\Delta[N_2]}{\Delta t} = \frac{1}{3} \times \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} = \frac{1}{2} \times \frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t}$

11. 已知配位子與中心金屬結合的強度： $NH_3 > SCN^-$ ，則下列有關物質甲： $[Cr(NH_3)_6](SCN)_3$ 與物質乙： $[Cr(NH_3)_3(SCN)_3]$ 的各項敘述，哪些正確？

(A) 晶體熔點：甲 > 乙

(B) 0.1 M 水溶液的導電性：甲 > 乙

(C) 甲有幾何異構物，乙沒有

(D) 其水溶液可藉 $FeCl_3(aq)$ 區別

(E) 0.1 m 水溶液的凝固點：甲 > 乙

12. 取 1.07 g 碘酸鉀溶於水，配成 100.0 mL 水溶液，取出 24.0 mL 與過量的碘化鉀酸性溶液反應，生成棕色溶液，再加入適量澱粉液呈藍色後，由滴定管滴入硫代硫酸鈉 ($Na_2S_2O_3$) 水溶液，當滴入 48.0 mL 時，恰可使藍色消失。下列敘述哪些正確？(式量： $KIO_3 = 214$)

(A) 硫代硫酸根被碘氧化成硫酸根

(B) 棕色的出現是因為 I_2 遇 I^- 生成 I_3^- 錯離子

(C) 碘酸根在酸性溶液中，可與碘離子反應，反應式： $5IO_3^-(aq) + I^-(aq) + 6H^+(aq) \rightarrow 3I_2(s) + 3H_2O(l)$

(D) 硫代硫酸根與碘反應時，每 1 mol 硫代硫酸根會釋出 2 mol 電子

(E) 硫代硫酸鈉的莫耳濃度為 0.15 M

13. 取某單質子弱酸 HA ($K_a=2\times 10^{-6}$) 25 °C 水溶液 20 mL 做酸鹼滴定實驗，以 0.2 M NaOH(aq) 滴定，當加入 50 mL 時達當量點。下列敘述哪些正確？ ($\log 2=0.30$ ， $\log 3=0.48$)
- (A) 滴定前， $[HA]=0.5$ M
 - (B) 滴定前，弱酸水溶液之 $[H^+]=1\times 10^{-3}$ M
 - (C) 加入 NaOH 25 mL 時，水溶液之 pH 值約為 4.7
 - (D) 加入 NaOH 50 mL 時，水溶液之 $[OH^-]=3.7\times 10^{-6}$ M
 - (E) 加入 NaOH 60 mL 時，水溶液之 $[OH^-]=0.15$ M
14. 工業上生產氫氣常使用一氧化碳與水蒸氣反應以產生氫氣與二氧化碳，其反應式如式 2：
 $CO(g)+H_2O(g)\rightleftharpoons H_2(g)+CO_2(g)$ 式 2
此一反應為放熱反應，在此系統已達成平衡時，進行下列何種操作會使反應向右移動達新平衡？
- (A) 升高溫度
 - (B) 將反應槽體積減半
 - (C) 移除 $CO_2(g)$
 - (D) 加入水蒸氣
 - (E) 在固定體積的反應槽中，灌入氫氣
15. 現有甲、乙、丙、丁四種原子，其相關敘述如下：
- (1) 甲為第 17 族（鹵素）中電負度最大者
 - (2) 乙是第四週期元素，其所形成最穩定的離子乙²⁺，具有全滿之 d 軌域
 - (3) 丙形成的 -1 價陰離子丙⁻ 與第三週期的鈍氣元素之電子組態相同
 - (4) 丁為第 1 族（鹼金族）非放射性元素中原子序最大者
- 根據以上資料，下列敘述哪些正確？
- (A) 甲原子是鹵素原子中半徑最小者
 - (B) 乙²⁺ 的電子組態具有 4s 軌域的電子
 - (C) 0.1 M 的丙⁻ 水溶液可與硝酸銀水溶液產生沉澱
 - (D) 四種原子中，丁原子的第一游離能最大
 - (E) 四種原子中，丁原子的原子半徑最大
16. 已知 $AgCl$ 、 Ag_2CrO_4 、 Ag_2S 之 K_{sp} 分別為 1.6×10^{-10} 、 9.0×10^{-12} 、 1.6×10^{-49} ，則在一含 Cl^- 、 CrO_4^{2-} 、 S^{2-} ，且均為 0.01 M 的水溶液中緩慢加入 $AgNO_3$ 水溶液，下列哪些敘述正確？（不計體積之稀釋）
- (A) 沉澱的顏色先黑、再磚紅、後白
 - (B) 當白色開始沉澱時， $[Ag^+]=1.6\times 10^{-8}$ M
 - (C) 當白色開始沉澱時， $[S^{2-}]=6.25\times 10^{-34}$ M
 - (D) 當磚紅色開始沉澱時， $[Ag^+]=3.0\times 10^{-5}$ M
 - (E) 當磚紅色開始沉澱時， $[S^{2-}]=1.6\times 10^{-38}$ M

17. 下列關於白磷 (P₄) 與甲烷 (CH₄) 兩分子的相關敘述，哪些正確？

- (A) 兩種分子中磷原子與碳原子的鍵結軌域均為 sp³ 混成
- (B) 兩種分子的鍵結角度均約為 109.5°
- (C) 兩種分子皆不具有未共用電子對
- (D) 兩種分子皆為非極性分子
- (E) 白磷 (P₄) 分子的總鍵結電子對比甲烷 (CH₄) 分子的總鍵結電子對多

18. 圖 6 為氫原子光譜可見光區與紫外光區的頻率示意圖，下列相關的敘述，哪些正確？（氫的游離能 = 1312 kJ/mol）

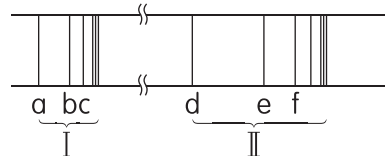


圖 6

- (A) 第 II 區為可見光區
- (B) 氫原子中的電子，從 3p 回到 1s 共產生 10 條不同頻率的譜線
- (C) 波長關係： $\lambda_e = \lambda_a + \lambda_d$
- (D) a 和 d 兩條譜線之光子頻率比為 5 : 27
- (E) e 譜線的能量為 $1312 \times \frac{8}{9}$ kJ/mol

19. 可重複充電、放電的二次電池與我們的日常生活息息相關。

近年來科學家研發出一種同時具備金屬離子電池與燃料電池優點的二次電池，以「鋅-空氣電池」(圖 7) 為例，放電時，其電極反應如式 3 和式 4 所示：



下列關於鋅-空氣電池的敘述，哪些正確？

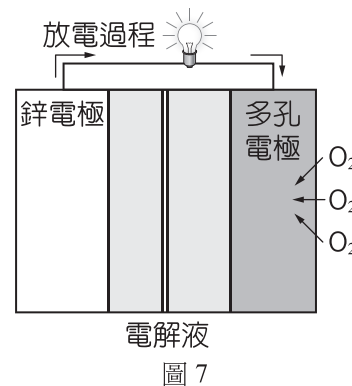


圖 7

- (A) 在放電過程中，金屬鋅為正極
- (B) 此電池放電的全反應為 $2\text{Zn} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{ZnO}$
- (C) 若將此電池的金屬鋅換成鎂，則產生的電壓會略為下降
- (D) 若需對此電池進行充電，在充電過程中，水會氧化產生氧氣
- (E) 陰極可採用多孔性石墨層，以增加固、液、氣三相間的接觸面積

第貳部分、混合題或非選擇題（占 24 分）

說明：本部分共有 4 題組，選擇題每題 2 分，非選擇題配分標於題末。限在答題卷標示題號的作答區內作答。

選擇題與「非選擇題作圖部分」使用 2B 鉛筆作答，更正時以橡皮擦擦拭，切勿使用修正帶（液）。非選擇題請由左而右橫式書寫，作答時必須寫出計算過程或理由，否則將酌予扣分。

20~22. 題為題組

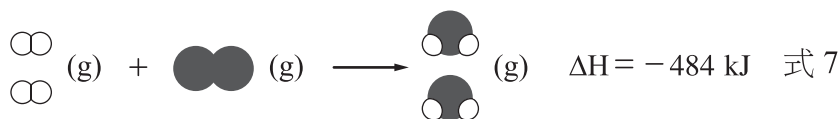
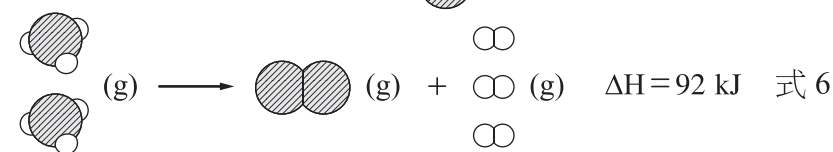
硫酸鐵（ $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ）常用於媒染劑與工業廢水的凝聚劑，醫藥上也可用作止血劑。小江想利用滲透壓實驗的測量來探究硫酸鐵溶液的酸鹼性與其平衡常數：取 0.050 mol 的 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 淡黃色粉末溶於水形成 1.0 L 的水溶液，其中 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 可完全解離出 Fe^{3+} 與 SO_4^{2-} 離子，而 Fe^{3+} 會與 H_2O 分子水合形成 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 錯離子，因 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 可部分解離出 H^+ ，故溶液呈酸性，化學反應式如式 5：



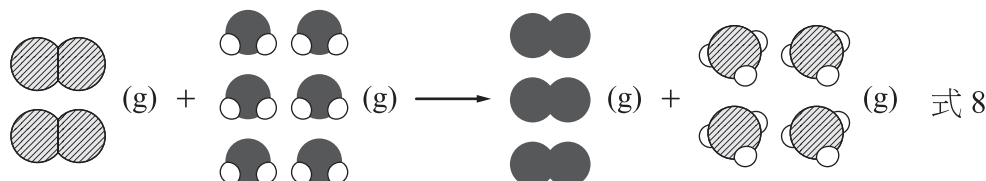
20. 若不考慮上述 Fe^{3+} 會與 H_2O 分子水合形成 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 錯離子，以及 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 可部分解離出 H^+ 的反應，試計算在 27 °C 下，上述溶液的滲透壓為多少 atm？（3 分）
21. 實驗後發現在 27 °C 時，溶液的實際滲透壓為 6.765 atm。假設 Fe^{3+} 完全與 H_2O 分子水合形成 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 錯離子，請計算式 5 的解離（水解）百分比。（3 分）
22. 依據第 21. 題實驗結果，試求在 27 °C 時，式 5 的平衡常數 K_a 值。（3 分）

23.、24. 題為題組

已知有兩個熱化學反應式如式 6、式 7 所示：（ 表 N 原子、 表 H 原子、 表 O 原子）



23. 請寫出下列式 8 的化學反應式。（需平衡，並標示狀態）（2 分）



24. 請利用式 6、式 7 兩個熱化學反應式的熱量變化，求出第 23. 題式 8 的反應熱。（需註明單位）（3 分）

25.、26. 題為題組

41.6 克礦砂中所含的鉻，先經過氧化成為 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ，再加入 $4.0 \text{ M Fe}^{2+}(\text{aq})$ 40.0 毫升還原成 Cr^{3+} ；未反應的 Fe^{2+} 需 40.0 毫升 0.20 M 酸性 MnO_4^- 溶液才能完全氧化成 Fe^{3+} 。

25. 寫出 Fe^{2+} 於酸性溶液中，還原 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的平衡化學反應式。(2 分)

26. 礦砂中，所含鉻的重量百分率為多少？(原子量：Cr=52.0) (3 分)

27.、28. 題為題組

將 1.0 莫耳 SO_2 和 1.0 莫耳 O_2 放入 10 升密閉鋼製容器中，在一定條件下，反應達平衡，反應式為 $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ ，反應物和產物的莫耳數變化如圖 8 所示，t 為達到平衡所需時間。

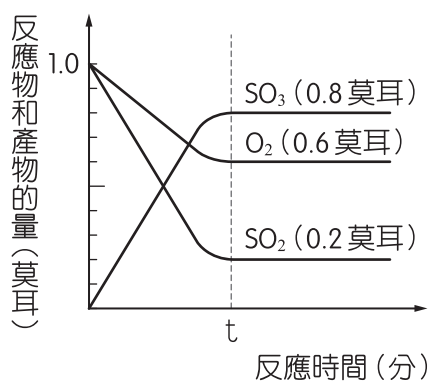


圖 8

27. 達成平衡後，若保持溫度不變，在容器中加入由 ^{18}O 原子所組成的氧氣，當達新平衡後，試問下列敘述哪些正確？(多選)

- (A) O_2 莫耳數變多
- (B) SO_2 的濃度不變
- (C) ^{18}O 原子僅存在於 SO_3 中
- (D) ^{18}O 原子存在於各物質中
- (E) 平衡常數會改變

28. 求反應式的平衡常數 K_c 為何？(請四捨五入取至小數點第一位) (3 分)

