

等 別：三等考試  
類 科：環境檢驗  
科 目：分析化學  
考試時間：2 小時

座號：\_\_\_\_\_

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本科目得以本國文字或英文作答。

一、為了檢測日月潭湖水中的銅含量，小明使用原子吸收光譜法 (atomic absorption spectrometry) 進行分析，所獲得的數據如表一。在 95% 的信賴水準下，使用表二及表三回答下列問題：

表一：日月潭湖水中銅含量

樣品編號	銅含量 (ppm)
1	26.90
2	24.80
3	25.80
4	26.10
5	26.40

表二：z 值 (z value)

信賴水準	80%	90%	95%	99%	99.9%
z	1.28	1.64	1.96	2.58	3.29

表三：t 值 (t value)

自由度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t (95%)	12.7	4.30	3.18	2.78	2.57	2.45	2.36	2.31	2.26	2.23

- (一)請計算樣本平均值 (sample mean) 及樣本標準偏差 (sample standard deviation)。(須寫出算式)(8 分)
- (二)在母體標準偏差 (population standard deviation) 不清楚的情況下，請寫出信賴水準 95% 的信賴區間 (confidence interval)。(8 分)
- (三)若日月潭湖水中銅含量的真值為 25.0 ppm，請說明小明的實驗結果和真值在信賴水準 95% 下是否一致。(請說明原因)(4 分)

二、實驗室有一瓶濃鹽酸(HCl, 分子量為 36.5 g/mol), 濃度為 30.5% (w/w), 溶液的比重為 1.19。小明以 0.10 M 的 HCl 溶液滴定未知濃度的 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液。

- (一)請計算濃鹽酸的莫耳濃度 (M)。(6 分)
- (二)請描述以濃鹽酸配製 500.0 mL 之 0.10 M HCl 溶液的步驟。(6 分)
- (三)0.10 M HCl 溶液配製好後, 使用該溶液為滴定液之前, 須以 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 標定, 請說明原因。(4 分)
- (四)以 0.10 M HCl 溶液滴定錐形瓶中的 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液時, 在到達第二個滴定終點前, 須將錐形瓶中的溶液加熱至沸騰, 待冷卻後再繼續滴定至滴定終點。請說明原因。(4 分)

三、沉澱滴定法可用來檢測環境水樣品中 S<sup>2-</sup>的含量。小華取 100.00 mL 的環境水樣品, 以 0.023 M 的 AgNO<sub>3</sub> 溶液進行滴定, 在加入 16.47 mL 滴定液之時, 到達滴定終點。該滴定的反應式如下:

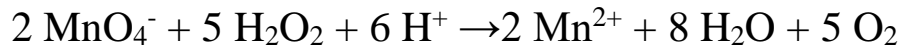


- (一)若環境水樣品的比重為 1.1, 請計算樣品中 H<sub>2</sub>S(分子量為 34.08 g/mol) 的濃度為多少 ppm? (12 分)
- (二)請計算到達當量點時溶液的[Ag<sup>+</sup>]值為何? (5 分)
- (三)請說明何謂滴定誤差 (titration error)? (3 分)

四、依據行政院環境保護署的公告, 檢驗水之硬度的標準方法是錯合滴定法 (complexometric titration), 滴定劑使用乙二胺四乙酸 (EDTA, H<sub>4</sub>Y) 時, 該滴定法簡稱為 EDTA 滴定法。取 50.0 mL 含有 Ca<sup>2+</sup>的飲用水, 加入 5.0 mL pH 為 10.0 的緩衝溶液 (含有幾滴鎂離子之 EDTA 的錯合離子 MgY<sup>2-</sup>), 再加入 2 滴 Eriochrome Black T 指示劑後, 以 0.010 M 的 EDTA 滴定液進行滴定, 在加入 30.2 mL 滴定液之時, 到達滴定終點。(CaCO<sub>3</sub> 的分子量為 100.9 g/mol)

- (一)計算飲用水中 Ca<sup>2+</sup>的莫耳濃度 (M)。(8 分)
- (二)計算水的硬度[以每升溶液中含 CaCO<sub>3</sub> 的毫克數表示之 (CaCO<sub>3</sub> mg/L)]。(8 分)
- (三)請說明為何需要在 pH 10.0 的緩衝溶液中進行本滴定。(4 分)

五、依據行政院環境保護署的公告，環境用藥過氧化氫的檢測方法是氧化還原滴定法（NIEAD436.20B）。取 50.0 mL 過氧化氫溶液（ $\text{H}_2\text{O}_2$ ，分子量為 34.01 g/mol），加入酸後，以 0.20 M 高錳酸鉀溶液（ $\text{KMnO}_4$ ，分子量為 158.03 g/mol）進行滴定，在加入 35.3 mL 滴定液之時，到達滴定終點。該滴定的反應式如下：



(一)請計算過氧化氫溶液的莫耳濃度（M）。（8分）

(二)若過氧化氫溶液比重為 1.1，請計算樣品中過氧化氫的重量百分比。（4分）

(三)配製 1 L 濃度為 0.02 M 的高錳酸鉀滴定溶液時，須將 3.2 g 高錳酸鉀溶於 1 L 水中，和緩煮沸 1 小時至 2 小時，置於暗處冷卻，隔夜後以玻璃過濾器過濾，濾液貯存於附有玻璃瓶蓋之棕色玻璃瓶中。請說明為何高錳酸鉀溶液使用前需要過濾。（4分）

(四)請說明如何判定本滴定的滴定終點。（4分）