

定性定量分析講義

第一回

503422-1



社團
法人
考
試
法
考

考
友
社

出版
發行
考
試
考

定性定量分析講義 第一回



第一講 緒論.....	1
命題大綱.....	1
重點整理.....	3
一、分析化學概說.....	3
二、實驗數據的統計處理.....	12
三、質量作用定律.....	22
精選試題.....	40

第一講 緒論



命題大綱

一、分析化學概說

- (一)化學計量與化學分析法
- (二)化學分析法的選擇考慮
- (三)化學計量單位
- (四)化學量與濃度表示法
- (五)預備工作
- (六)試劑的配製與吸取
- (七)沈澱的分離與移置
- (八)溶液的加熱與蒸發
- (九)試料的預備試驗
- (十)實驗操作注意事項

二、實驗數據的統計處理

- (一)精密度、準確度及其相關名詞定義
- (二)數據誤差原因的探討
- (三)統計學與正規誤差曲線關係
- (四)數據的可信度範圍
- (五)不良數據的捨棄
- (六)量測數據間的比較評估
- (七)校正曲線的繪製
- (八)運算中誤差的增量
- (九)有效數字的取捨

三、質量作用定律

- (一)質量作用定律簡史
- (二)濃度單位
- (三)逸壓
- (四)活性及活性係數
- (五)氣體的標準狀態
- (六)液體和固體溶劑的標準狀態與活性

503420-1

- (七)非電解質的標準狀態和活性
- (八)非電解質溶液的平衡常數
- (九)電解質解離及奧斯瓦稀釋定律
- (十)離子強度
- (十一)離子活性係數
- (十二)弱電解質
- (十三)分析化學應用注意事項



一、分析化學概說

(一)化學計量與化學分析法：

在化學領域中，研究各化學物質間之質量關係者，稱之為化學計量（stoichiometry）。化學計量研究之領域主要有下列三者：

1. 研究各種簡單物質的重量（質量）組成與成份構造。
2. 由各種化學反應間接分析在各種樣品中之欲知成份。
3. 了解溶液系統與其伴生化學反應間之平衡問題。

科學家為了知道各種物質的化學組成或其構造並掌握環境生態化學物種的轉移或其污染途徑，必須藉助於各種化學分析技術。化學分析提供了該材質式樣，以及環境污染所須的相關資料。這些分析的結果有些是定性的，可以顯現圖譜的輪廓，從這些結果可以導出有關分子或原子物種的結構特點或樣品中官能基的線索。有的分析則是定量的；此時的結果是數值，以百分率（%）、千分率（‰）、百萬分率（ppm）或十億分率（ppt）為單位。

將物質的化學組成經過適當的設備，將其轉換成物理性的分析信號是相當可行的。這些描述化學組成、構造的物理信號可轉換成光、電、重量、體積或熱的形式。各物種之化學特質雖是唯一的，但經轉換後的物理信號則常不是獨特的；所以在諸多試樣不純或混合物的量測中，都需要做前處理步驟以便在信號產生之前將試樣中的個別成份做化學或物理分離，這些前處理步驟往往和量測一樣地影響分析數據的可靠性。

表(一)中列舉了幾乎所有化學分析常用的方法及其一般分類。以歷史的觀點來看，常以 1945 年代左右為界。早期的化學分析方法大多數是重量法或容量法（滴定法）的步驟，因此這兩種方法常被稱之為古典分析法。基於量度光、電、熱和其他性質的步驟，都較後發展，而且這類常被稱為儀器分析。在許多方面，這種二分法是不適當的。其實兩者都建立於物理量與濃度的關係；兩者皆用儀器設備量度；至於兩者程度上並無特別的地方，而且兩類化學分析都需要初步的前處理或分離步驟。所以將分析法分為古典與儀器，是主要基於發展年代上的考量。

表(一) 化學分析方法的分類

項目	泛分類	細分類	所量度的量	
傳統 (古典) 分析法	重量法	直接法 間接法	含有物種的化合物的重量 由於物種的揮發而起重量損失	
	容量法	滴定法 氣體分析	和反應物種有化學當量關係的 溶液體積 產生或消耗的氣體物種體積	
現代 (儀器) 分析法	光學法	發射光譜 (含螢光光譜) 吸收光譜 (包含比色法) 偏光法 折射法 混濁法	由物種所發出的輻射線 被物種所吸收的輻射線 由物種所引起的極光轉動 物種的折射率 在懸浮中的物體的輻射線散射	
		電分析法	電位法 導電度法 電量法 極譜法	與物種平衡的電極電位 物種溶液的導電度 相當於物種的電量 與可極化電極相關聯的電流
		特殊法	質譜法 放射化學法 熱傳導法 熱含量滴定法 動力法	物種分解產物的質量與電荷化 物種的放射衰變 物種的熱導電 物種的反應熱 物種之化學反應速率
		層析法	氣相層析法 高效液相層析法 離子層析法 超臨界體層析法	各視檢測器型態而定

(二)化學分析法的選擇考慮：

分析工作所需的時間以及所得到結果的品質，應依分析目的而定。在決定選用何種方法之前，化學家必需考慮所要分析物質的複雜性，物種的濃度，要分析的樣品之個數以及所要求的精確度。因此，化學家對於分析法的選擇必須根據他對各種可用方法之基本原則的能力及受限制的了解而定。

♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥
♥
♥ **精選試題** ♥
♥
♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥

一、1mole 的草酸，溶於足夠的水而成 1ℓ時，根據定義，在水中之式量濃度及分子量濃度各為何？設草酸在水中有 22%會解離。

答：對草酸而言為 1.0 F；然因草酸約有 22%會水解，故對草酸（ $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ）而言，只有 0.78 M。

二、相當於 0.1 F 的 H_2SO_4 溶液，則 NH_3 的滴定濃度為何？

答： $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ $17.01 \times 0.2 = 3.402 \text{ mg/ml}$
 0.1F 0.2F
 (0.2N) (0.2N)

三、一般商品之鹽酸濃度標示為 37%，比重為 1.18，換成莫耳濃度其值為何？

答： $1.18 \times 37\% = 0.437(\text{g/ml})$
 $\frac{0.437}{(1+35.5)} \times 1000 = 11.97 \text{ mole/l} \approx 12\text{M}(12\text{F})$

四、28.6 克的 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 溶於 200 克水中，求其重量百分數濃度？

答：28.6 克的 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 溶於水中，其結晶水視為溶劑故溶質 Na_2CO_3 含量為：

$$28.6 \times \frac{\text{Na}_2\text{CO}_3}{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} = 28.6 \times \frac{106}{286} = 10.6 \text{ 克 Na}_2\text{CO}_3$$

$$\text{結晶水重 } 28.6 \times \frac{180}{286} = 18 \text{ 克}$$

$$\%W = \frac{106}{10.6 + (200 + 18)} \times 100 = 4.63\%$$

五、有一含氯之樣品，上面標明含氯量為 59.11%（公認值）。有位學生經過四次分析，實際測得之數據為 58.90, 58.43, 59.15, 59.33。求其：

- (一)平均值。
- (二)中間值。
- (三)平均值之絕對誤差。
- (四)平均值之相對誤差。

(五)分佈範圍。

$$\begin{aligned} \text{答：(一) mean} = \bar{x} &= \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + \dots}{n} \\ &= \frac{58.90 + 59.43 + 59.15 + 59.33}{4} \\ &= 59.85\% \text{Cl} \end{aligned}$$

$$\text{(二) median} = \frac{58.90 + 59.15}{2} = 59.03\%$$

$$\text{(三) absolute error} = \bar{x} - \mu = 58.95 - 59.11 = -0.16\% \text{Cl}$$

(四) relative error

$$\text{ppt} = \frac{(\text{absolute error})}{\mu} (1000) = \frac{(-0.16)}{(59.11)} (1000) = -2.7\% \text{Cl}$$

$$\text{(五) } \omega = 59.33 - 58.43 = 0.90$$

六、有一化學家分析一岩鹽之成份，以重量分析法分析 7 次，得到下列數據。

%Cl	%Cl
56.66	56.56
56.66	56.63
56.68	56.59
56.59	

(一)計算其平均值。

(二)計算其數據分佈及相對分佈範圍，以千分率表示之。

(三)計算其標準偏差及相對標準偏差。

$$\begin{aligned} \text{答：(一) } \bar{x} &= \frac{\sum x_i}{7} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7}{7} = \frac{396.37}{7} \\ &= 56.62\% \text{ of Cl} \end{aligned}$$

$$\text{(二) 分佈範圍} = \omega = x_{\text{最高值}} - x_{\text{最低值}} = 56.68 - 56.56 = 0.12\% \text{Cl}$$

$$\text{相對分佈範圍} = \text{ppt} = \frac{\omega}{\bar{x}} (1000) = \frac{0.12}{56.62} (1000) = 2.1 \text{ ppt} = 2.1\%$$

$$\begin{aligned} \text{(三) } s &= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(16+16+36+9+36+1+9) \times 10^{-4}}{7-1}} \end{aligned}$$