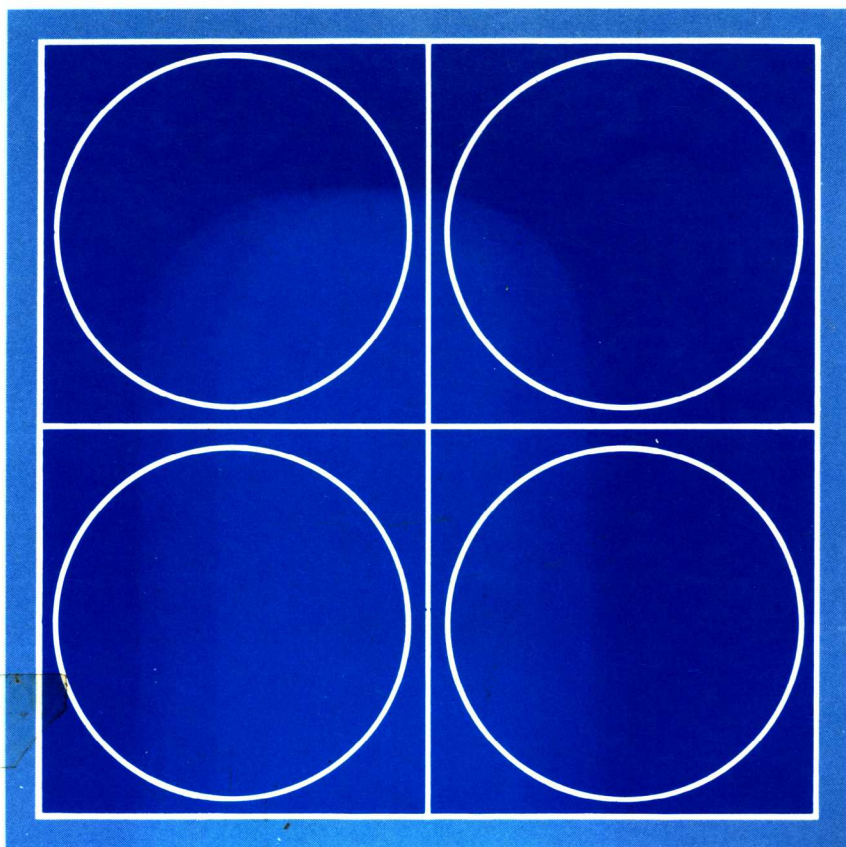


—環保特考・高普考・專技檢覈考—

環境化學、生態學 及微生物學精解

沈 永 寧 編著



千華出版公司 印行



環境化學、微生物學、生態學精解



沈永寧 編著



千華圖書出版事業有限公司



版權所有 翻印必究

環境化學、微生物學、生態學精解

編 著：沈永寧

發行人：廖雪鳳

發行所：千華圖書出版事業有限公司

台北市金山南路二段138號2F

電話：(02)3952248·3962195

郵政劃撥：01010213 千華出版社

出版登記：行政院新聞局局版台業字第 3388 號

印刷者：雨利美術印刷公司

中華民國七十七年四月十五日初版

定價：二〇〇元

編 者 序

一、本書編寫的主旨，乃基於環保考試各科範疇既深且廣，且坊間可供研讀之完善書籍又少，考生若想獲得充分準備，實非易事，有鑑於此編者乃專心致力於本書問世，此為考生應試之指南。

二、編者收集環工、環保試題多年，76年且倖得全國高等考試環境工程科第二名，茲將苦心蒐集之寶貴資料貢獻於讀者，計有（書名）
(一)環境化學及微生物學及生態學(二)水處理工程(三)固體廢棄物(四)空氣污染及噪音防制。

三、本書取材廣泛，內容分有篇、章、節。為精簡扼要，故採重點摘錄，分點敘述，裨讀者一目瞭然。並以問答方式整理，加上歷屆考題和大學研究所試題，使考生更能熟悉命題範圍。題題精準，句句切要，熟讀本書，必能在考場上揮灑自如。引申部分參改資料，謹向原編著者申謝。

四、本書之編寫雖力求完善，惟訛漏難免，若有疏失之處，尚祈讀者不吝指正，若有疑問或有興趣與編者探討，歡迎來函：北市景美區溪洲街8號2樓之1聯絡。

編者 沈永寧 謹識
於行政院環保署

77. 4. 11.

環境化學、微生物學、生態學精解

目次

第壹篇 環境化學	1
第1章 重要名詞解釋	1
第2章 簡答重點	33
壹、導論	33
貳、物理化學：含——	33
1 熱力學 2 電化學 3 化學動力學 4. 催化作用 5.	
吸附	
叁、有機化學：含——	40
1 基本概念 2 清潔劑污染與防治 3. 農藥污染與防治	
4. 蛋白質與胺基酸	
肆、膠體化學：含——	52
1 膠體的特性與應用 2 氣、固相中之處理	
伍、土壤化學：含——	54
1 污染物在土壤中之分解 2 土壤污染的來源與種類	
陸、水與廢水化學（包括實驗）：含——	58
1 濁度 2 鹼度 3 硬度 4. 餘氯 5. 氯化物 6. 溶氧	
7. 生化需氧量與化學需氧量 8. 氮 9. 鐵與錳 10. 硫酸	
鹽與磷酸鹽 11. 比電導度	
柒、核化學：含——	78

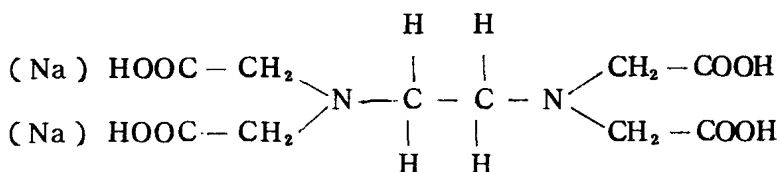
1 解釋名詞 2 簡答重點	
捌、重金屬污染與防治：含——	90
1 汞、鎘、砷、鉛、鉻等重金屬在環境中之特性	
2 重金屬防治	
第3章 計算、推論與證明題（包括考古題）	103
第貳篇 環境微生物綜合	122
第叁篇 生態學	155
第1章 生態體系的演進	155
第2章 污染物對生態的影響	159
第3章 生物景觀及生態影響評估	162
第肆篇 歷屆國家考試試題	169
1 71年高考“環境化學”	
2 75年高考專技“環化及環微”	
3 76年高等環工科“環化及環微”	
4 76年高考環境管理科“土壤化學”	
5 76年高考環境管理科	
6 76年高考環工“衛化及環微”	
參考書目	172

1 章

重要名詞解釋

一、EDTA 滴定法：

圖：以 EDTA 溶液或鈉鹽作滴定劑。



EDTA 是一種藥劑，能和 $\text{Ca}^{++} \cdot \text{Mg}^{++}$ 形成特別穩定的化合物離子。

如 $\text{M}^{++} + \text{EDTA} \rightarrow [\text{M} \cdot \text{EDTA}]$ 混合物

指示劑：Eriochrome Black T - 藍色

$\text{M}^{++} + \text{Eriochrome Black T} \rightarrow (\text{M Eriochrome Black T})$ 紅色。

用 EDTA 滴定时，所有自由硬度離子都依照方程式形成混合物。EDTA 瓦解這紅黃的混合物。

(EDTA 能和硬度離子形成一種更穩定的混合物)

因此紅→藍是滴定終點的表示。

二、暫時硬度和永久硬度：

圖：凡水中含有非碳酸鹽類者，其硬度可因化學試劑而減低者，此時所減低之硬度稱為永久硬度。

凡水中含有碳酸鹽類，其硬度可因煮沸而減低，稱為暫時硬度。

三 PPM :

$$\text{圖} : \frac{\text{溶質 mg 數}}{\text{溶液 mg 數}} \times 10^6 = \frac{\text{溶質 mg 數}}{\text{溶液的 mg 數}} \times \frac{1}{\text{比重}}$$

ppb : $\mu\text{g} / \ell$

四 BOD :

(75.專技環化及環微考題)

■ : 在喜氣狀態下，細菌分解有機物質至穩定狀態所總需氧量。

五 A·A — 原子吸光儀 :

圖 : 原子吸收分光法和火焰光度法一樣是將水樣吸入火焰使其原子化。主要不同處是火焰光度計法量測所發出光之量，而 A·A 是將光線經過火焰後進入一選光器，然後由檢出器，量出所吸收之光量。

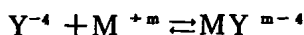
六 LD₅₀ :

圖 : dosage which is lethal to 50 % of exposed population。

用於：(1)急性中毒 (2)慢性中毒

七 複合錯塩 :

圖 : (1)其中僅有 Y^{-4} 離子可與 +1 價以外之金屬離子結合成安定之水溶性爪狀錯塩，如以 M^{+m} 表示金屬離子，則其反應如下：

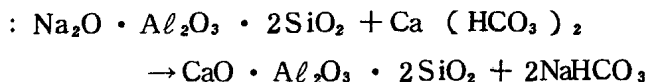


(2)此等反應之平衡常數稱為爪狀錯塩，形成常數，以 K 表示則：

$$K = \frac{[MY^{m-4}]}{[Y^{-4}][M^{+m}]}$$

八 假硬度 :

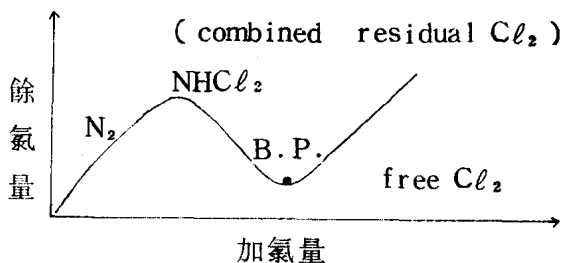
■ : Na^+ 可發生同離子效應，鈉不是引起硬度的陽離子，但當其存在高濃度時，所引起的作用被稱為假硬度。



九 Break-point Chlorination — 折點加氯法

【常考題】

答：如水中含有機物或還原性無機物，經一段時間而達到某些氯量以上，才有餘氯量。



十 自由和結合餘氯的測定：

答：(1) OTA Method (鄰妥立定—砷法)

自由餘氯能瞬時和鄰妥立定發生反應產生黃色，但是結合餘氯的反應卻相當慢。

① 總氯量用普通的方法加藥，經過 5 min 後讀數。

② 是先加鄰妥立定，5 sec 後，再加入還原劑 (Na_2AsO_2)。

亞砷酸它能瞬時的還原氯胺（結合餘氯）而阻止其更進一步和鄰妥立定發生反應。

(2) 總氯量－自由餘氯＝結合餘氯量

Note: 假如有干擾物存在時，總氯量和自由餘氯量應該分別施測和修正。

十一 Mohr Method 測定氯鹽含量

【歷屆高考題】

答：(1) Mohr Method 硝酸銀法



指示劑 K_2CrO_4 顯示超量 Ag^+ 的生成

三、餘氯的施測方法—總氯量的測定：

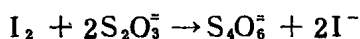
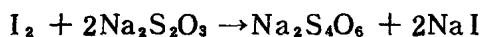
(76.年高考環化)

答：(1)澱粉—碘法

$Cl_2^0 + 2I^- \rightarrow I_2^0 + 2Cl^-$, I_2^+ 澱粉 $\rightarrow$ 藍色 (用定量分析)

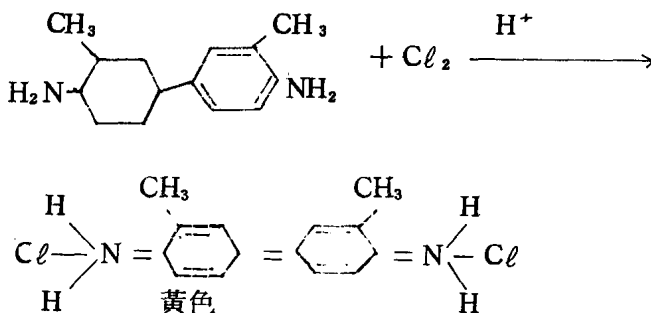
當 $PH = 8$ 或較少時，氯能自 KI 溶液釋出碘

此釋出的碘用標準硫代硫酸鈉滴定之至藍色消失。



(2)鄰妥立定法

鄰妥立定是一種芬芳有機化合物，酸溶液中能被氯化，氯胺或其他氧化劑所氧化而產生一種黃顏色的化合物，其反應如下：



$PH < 1.8$ 時，黃色方能產生。

三、沸石：

答：乃一天然礦石，由鋁、鈉或鈣等之水合矽酸塩構成，廣用於工業用水之軟化。

四、沸石法：

答：乃應用沸石軟化硬水之方法，其法乃將硬水通過沸石層，則鈣、鎂等離子置換沸石中之鈉離子而溶於水中，其反應如下

$2\text{Ag}^+ + \text{CrO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{Ag}_2\text{CrO}_4 \downarrow$ ($K_{sp} = 5 \times 10^{-12}$) 磚紅色
注意點：

- ①每次施用的水樣多寡應相等，最好用 100ml 溶液，當達到滴定終點時，其離子濃度為常數。
- ②PH = 7 ~ 8，因為在高 PH 時， Ag^+ 會產生 AgOH 沉澱而在低 PH 時， $\text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{CrO}_7^{2-}$ 。
- ③一定濃度的 CrO_4^{2-} 其施用的指示劑量，最好能適當量，否則 Ag_2CrO_4 將形成太快或太慢。

五. 漂白粉 (Bleaching Powder)：

答：係主成分為 $\text{Ca}(\text{OCl})\text{Cl}$ 之塩類，具特殊刺激臭味為不安定之化合物，通常久置則分解而放出氧，置於空氣中則吸收 CO_2 而產生 $\text{HOC}\ell$ ，溶於水則解離成 Ca^{++} 、 Cl^- 及 OCl^- 等離子，其有效氯約為 33 ~ 38 %。

六. 高度漂白粉—(High Test Hypochlorite)：

答：主要成分為 $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ 之白色粉末，具氯之臭味，性質安定，不易分解，有效氯高達 70 %，為普通者之兩倍，漂白效率亦為普通漂白粉之兩倍。

七. 硝酸汞測氯法 (Mercuric Nitrate Method)：

答：(1) PH = 2.5 左右，因為 Hg^{++} 會和 Cl^- 形成解離度甚小的 HgCl_2 沉澱， $\text{Hg}^{++} + 2\text{Cl}^- \rightarrow \text{HgCl}_2 \downarrow$

(2) Diphenylcarbazone 被用作指示劑，以指示超量的 Hg^+ ，形成紫色複合物。

八. 視色—由懸浮物質引起之顏色：

答：真色—由植物或有機的抽出物引起的，其為膠質而被稱為真色。

九. 聖路易型的標準濁度計：

圖：測濁度較低的樣本，最大的用途在快砂濾池之應用。藉由光源放射的光線經過玻璃和觀察者的視線成直角。

三 Jackson Candle turbidimeter：

圖：包含三個主要部份，一個是經過校正的玻璃管，一個支架和一隻蠟燭，慢慢加入樣本時，用眼垂直向下觀察，直至火焰輪廓之像剛好模糊不清為止。

三 標準濁度瓶：

圖：5~100 之間，將標準懸液裝於標準濁度瓶，樣本與標準濁度瓶加以比較，當其顏色相同時為其濁度。標準懸浮液必需每隔一段時間更換一次，因為其顆粒之大小和數目，會因時間而發生改變，微生物可用氯化汞 (HgCl_2) 加以控制。

三 D.O 的測度：

圖：(1)a. 加熱法 b. Winkler Method

原理①在 Alk 條件下，氧將 $\text{Mn}^{+2} \rightarrow \text{Mn}^{+4}$

②在 Acidic Cond. Mn^{+4} 可將 I^- 氧化 I_2

③ I_2 所放出的量，即相當於原水樣的 D.O 量

④ I_2 以 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 滴定測之

(2) Azide -modification

$\text{NO}_2 - \text{DO}$. $\text{NO}_2 + \text{I}^- \rightarrow \text{I}_2$ (酸性)

$\text{D.O} \rightleftharpoons \text{NO}_2^-$ Cyclic reaction

三 污水之浮升：

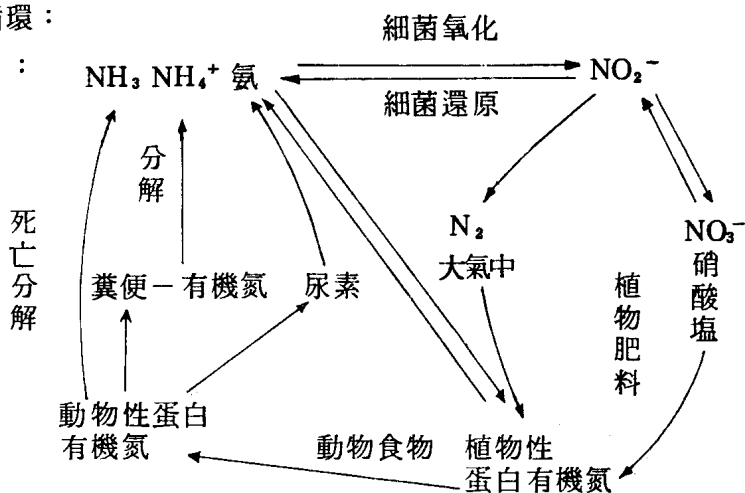
圖：在最終沉澱池中活性污泥長期存在，形成足夠的氮氣，因而使污物漂浮。

三 Total Kjeldahl Nitrogen (總凱氏氮)：【71.台大環研所考題】

圖：以 Kjeldahl 法檢驗之總氮包括氨氮及有機氮，但不包括亞硝酸鹽氮及硝酸鹽氮。

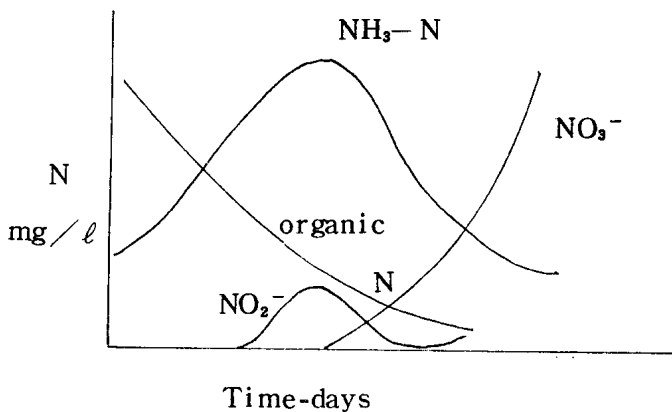
氮循環：

答：



氮在污水中的變化試繪圖說明之。

答：氮在污水中的變化以圖表示之。



Organic Nitrogen 有機氮：

答：有機氮通常用 Kjeldahl 法測定之。

水中之有機氮包括氨基酸，多肽和蛋白質—全部為生物過程之產物，所以亦包括蛋白氮在內。

如果氨氮並不事前蒸去，則所得的結果可以叫做「總凱氏氮」，如果總凱氏氮與氨氮已分別檢驗，則其差即為有機氮。

ㄟ 比電導度： (71.年高考環工環化類題)

■：即電極面積各為 1 cm^2 相隔 1 cm 之導電度，比導電度為測量水之導引電流之容量，此性質與水中電解質之總濃度與量時溫度有關，各種溶解物質、性質及其真正相對濃度，以及水中之離子強度等均能影響 Specific Conductivity (比電導度)。

ㄟ 直接納氏化法：

■：原水樣中含氮量甚高時，有時可省去蒸餾法而直接使其納氏化。

ㄟ 偶氮化法 (Diazotization Method)：

■：在適當控制下，硝酸鹽用鋅還原成亞硝酸鹽，而亞硝酸鹽可按一般方法比色測定之。

ㄟ 氯仿抽提法 (Chloroform Extraction Method)：

■：在 $\text{PH} = 10.0 \pm 0.2$ 有鐵氰化鉀存在下，蒸餾出來之酚與 4-氨基-安替比林作用生成有色安替比林染料，用氯仿自水溶液中抽提此染色。在 $460\text{ m}\mu$ 量其吸收率，求其酚類之濃度。

ㄟ Dalton's Law of partial pressure：

■：道耳吞分壓定律一在混合氣體中，每一種氣體有其分壓，分壓是和其莫耳體積百分比有關。

$$\text{如 } P_1 = P_{\text{total}} \frac{n_1}{n_1 + n_2 + \dots}$$

ㄟ Henry's Law： (75.年專技環化考題)

■： $C_{\text{equil}} = \alpha \cdot P_{\text{gas}}$ 溶解於一定體積液體中之氣體的濃度是和液體上的分壓成正比。

$$\frac{dC}{dt} \propto (C_{\text{equil}} - C_{\text{actual}})$$

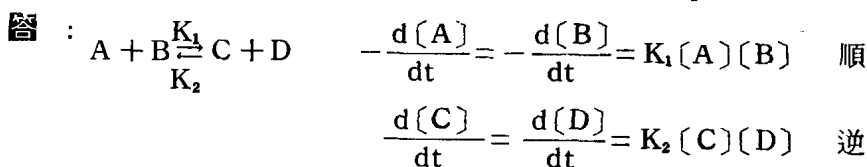
義 Graham's Law :

答 : 氣體的擴散率和其密度平方根成反比。

義 Raoult's Law :

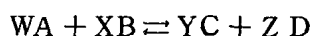
答 : 蒸氣的壓力正比於其溶液的濃度。

義 The Law of mass action Le Chatelier's Principle:



$$\frac{[C][D]}{[A][B]} = \frac{K_1}{K_2} = K$$

$$K = \frac{[C]^y [D]^z}{[A]^w [B]^x}$$



僅適用於弱電解質之稀薄，溶液如醋酸及氨溶液。

義 Finished Water —

答 : 無味、無臭、無色、無濁度、無害金屬，沒有腐蝕性，低硬度、無鍋垢的水質。

義 Atomic weight-gram, atomic weights :

答 : (原子重量) — 原子與某標準比較的重量一般以 C^{12} 為標準
(克原子重量) — 原子的重以克為單位。

義 Avogadro's number —

答 : 凡克莫耳重均含相同的 mole 數。這莫耳的數目就稱為 Avogadro's number。

義 波義耳定律 (Boyle's Law)

答：壓力 $\propto \frac{1}{\text{體積}}$ $PV = K$

查理定律：

答： $V \propto T$ ，體積和絕對溫度成正比。

一般性的氣體定律：

答： $PV = nRT$

Ionization Const：

答：弱酸或弱鹼解離的平衡常數稱之解離常數。

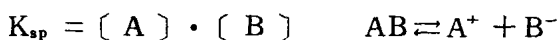
Instability Const：

答： $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + 2\text{NH}_3$

$$\frac{[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2}{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]} = K_{\text{instab}}$$

Solubility-product principle (溶度積原理)

答：可溶物AB解離成A及B時，AB的濃度會影響A及B的濃度，不過當AB是沉澱則溶液A及B的濃度並不視沉澱量AB而定。

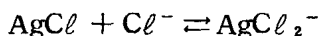
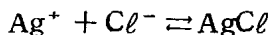


Common ion effect (共同離子效應)

答：弱酸及其高游離性鹽共存於同一溶液中 H^+ 濃度的計算，定量上看來，鹽類使平衡移向左邊且降低酸之 $[\text{H}^+]$ 。

Diverse ion effect -

答：有不同的離子干擾，使其溶解度增加。



活性係數：

【75.專技環化及環微】

答：在強電解質之溶液中，因其無活性分子存在，其各離子受其電荷相反離子之引力作用而減少其活性，為表示離子間引力

影響之因素稱為活性係數。

$$(a = f \times c)$$

癸. Amphoteric hydroxides — (兩性化合物)

答：兩性化合物如 Fe、Al、Zn、Mn、 Cr^{+3} 。這些化合物可和酸作用，亦可作和碱作用。

癸. Drying —

答：是 103°C 主要是去除所有的自由水分。(附著水去除)

三. Ignition —

答：使得有機體的物質 C.O 等都分解、揮發達到 600°C 。(去除結合水)

三. Desiccation —

答：冷卻至室溫再分析平衡稱重。

三. Gravimetric analysis — (Gravimetric factor)

答：重量分析法係先將待測定之成分組成先行沉澱，再由此沉澱之重量乘以一因數，而得待測定成分之重量，此一因素稱為重量因數。

$$\text{BaSO}_4 \frac{S}{\text{BaSO}_4} = \frac{32.06}{233.4} = 0.1374 \#$$

四. Volume analysis —

答：若溶液之濃度為已知值，則可計算出完成某特定反應所需溶液之體積，倘濃度以規定濃度來表示，則可由容量分析法來計算。

五. Midpoint of filtration：(中和點)

答： 25°C PH = 7 之點

六. Equivalence point of filtration：(當量點)

答：當量點乃指加入滴定溶液與被滴定物質的量相等時之點，在