

化學實驗要覽

下冊目次

第一章 造鹽的研究 1——31

- 實驗一 溶液 (Solution) 的性質——酸
(Acid) 鹽基 (Bases) 及其中和
(Neutralization).....1
- 實驗二 溶解與結晶..... 6
- 實驗三 化合 (Chemical combination) 置換
和分解 (Chemical decomposition) ...10
- 實驗四 製鹽酸 (Hydrochloric Acid) 之實驗
及其性質 (Properties).....15
- 實驗五 製硝酸 (Nitric acid) 及其性質之實驗 19
- 實驗六 氫氧化鉀 (Potassium hydroxide) 及
氫氧化鈉 (Sodium hydroxide).....23

第二章 各種重要金屬元素的合

物形性及其化 31——70

- 實驗七 鎂 (Magnesium) 和鋁 (Aluminium) 31
- 實驗八 銅 (Copper) 銻 (Mercury) 銀 (Silver) 37

實驗九	鋅 (Zinc) 錫 (Tin) 鉛 (Lead)	43
實驗十	鐵 (Iron) 鈷 (Cobalt) 鎳 (Nickel)	50
實驗十一	鉀 (Potassium) 鈉 (Sodium) 鈣 (Calcium) 鋇 (Barium)	57
實驗十二	錳 (Manganese) 鉻 (Chromium) 化合物 (Chemical Compound) 之試管反應	66

第三章 重要非金屬元素

70——83

實驗十三	炭 (Carbon) 和 硫 (Sulfur)	70
實驗十四	溴 (Bromine) 和 碘 (Iodine)	77
實驗十五	磷 (Phosphorus) 之性質及化合物	80

第四章 普通定性分析之大要

84——101

實驗十六	普通酸類及酸根之檢查 (Detection of Acid)	84
實驗十七	金屬 (Metals) 或鹽類金屬根之分類測定 (Groups)	88
實驗十八	各類測定一 (第一類及第二類)	92
實驗十九	各類測定二 (第三類至第五類)	96

化學實驗要覽

下 冊

第一章 造鹽的研究

【實驗一】溶液的性質——酸鹽基及其中和各種溶液，有其固有之特性，自不在此處討論範圍之內；但千百種溶液，除掉有千百種特性以外，尚有一個共通的性質，這種共通的性質，便是這裏所要研究的：酸性、鹼性或鹽基性以及中性或鹽類。

酸性的溶液，味帶酸；鹽基性的溶液，味帶澀辣；鹽類的溶液，大多帶有苦味；——這種溶液的性味，把溶液的性質，表現出共通不同的地方。

茲便於研究分析計，特將酸性、鹽基性和鹽類三者，列表比較如次：

表一 *酸性、鹽基性和中性鹽類比較表

類別(kinds)	酸(Acid)	鹽基(Bases)	鹽類(Salt)
味(taste)	酸味	澀味	略苦(或無味)
*遇石蕊液(Litmus)或紙	藍色變紅	紅色變藍	不變色
*遇煥醇液(Phenolphthalein)	紅色變無色	無色變紅色	不變色
根(Radical)	氫根、 酸根	氫氧根、 金屬根	金屬根、 酸根
舉例(Examples)	H_2SO_4 , HNO_3	$NaOH$, KOH	$NaCl$, $ZnSO_4$

*酸性與鹽基性相遇，則中和，其靠近中和時的作用點，叫做中和之點。(Point of neutralization)

*石蕊試液又稱立脫莫氏液；煥醇試液一稱費諾爾夫紫林液；此二液皆為測驗溶液酸性抑或鹽基性之指示液(Indicator)；石蕊液之濃者，可染之於紙作試紙，稱為石蕊紙(Litmus paper)。

溶液的性質：

- a. 用品——滴管二、支架、鐵夾、玻杯、玻棒、煥醇試液、石蕊試液、硫酸、硝酸、鹽酸、醋酸、石蕊試紙、氫氧化鈉、氫氧化鉀、氫氧化鈣、量積杯、水、酒精、酒精燈、火柴、布條、厚紙、玻片。
- b. 實驗——(1)取氫氧化鈉20c.c., 和水80c.c., 製成 100c.c.20% 百分溶液 (Percentage

solution), 以玻棒滴一二滴於玻片上, 並略蘸一二滴於口中嘗之, 可覺酸中帶有稍辣之味。

今於滴氫氧化鈉稀溶液之玻片上, 浸入石蕊試紙, 視其色素, 當即現藍; 易烱醇試液一二滴和入, 色現紅色。

次以硫酸硝酸臘酸及鹽酸任取若干, 合化 10c.c., 和入以水, 製成 100c.c. 之百分溶液; 再以此溶液, 用玻棒略蘸微量, 加入於玻片上之氫氧化鈉稀溶液滴中, 可見其所現紅色, 漸漸減退, 至色素將為無色時, 以舌嘗其味, 其澀辣之味, 亦已減退, 再滴之, 待其無色再嘗之, 已呈酸味矣; 今於此液中以石蕊紙試之, 則原為藍色者立變紅色, 原為紅色者, 增其強度。

以氫氧化鉀, 製成同樣溶液, 以同法實驗之。視其現象與上述是否相同。

(2) 取兩滴管夾於鐵夾架上, 次再於兩滴管中, 放入如下所述之溶液。

以硫酸 2c.c., 和入以水, 製成 100c.c. 之溶液; (即加入水 98c.c.) 並以同法, 分別將鹽酸、硝酸、臘酸各製成 100c.c. 之同濃度溶液, (注意, 以上所取各酸, 皆為純濃之酸) 先以硫

酸之稀溶液裝入一滴管中，使滴管中溶液之液弧面（Meniscus）與滴管之刻度 0 處平齊。如稍多，可在下方之活門開去之。（第一圖）今以一玻杯於此滴管下方開下此液二十 c.c.，於此二十 c.c. 硫酸稀溶液中，加入一 c.c. 之煕醇試液，則合成 21 c.c. 之溶液；液呈無色。

次取氫氧化鈉濃液 10 c.c.，加入 90 c.c. 之水，製成 100 c.c. 之稀溶液，注放入於滴管中，使液弧面亦在刻度之 0 處，然後以 21 c.c. 之稀硫酸與煕醇液合液之玻杯，受於氫氧化鈉稀液之滴管下，徐徐開放滴管之門，使氫氧化鈉之稀液滴入稀硫酸之杯中，每次開放，約為半 c.c.，則初起滴下時，杯中現紅色，惟攪之即去，至開放之後，杯中紅色攪之亦有微紅為止；此時細察所加之氫氧化鈉稀溶液之數量，再從稀溶液量之數值中，計算出濃液之量。

杯中稀硫酸之濃硫酸量，為 $20 \text{ c.c.} \times 2\% = 0.4 \text{ c.c.}$ ，試以氫氧化鈉之量與此比較之。並各以天平衡其質量，作相互之比較。

以醋酸、硝酸、鹽酸之稀溶液分別代硫酸作此實驗，觀察下列各點：

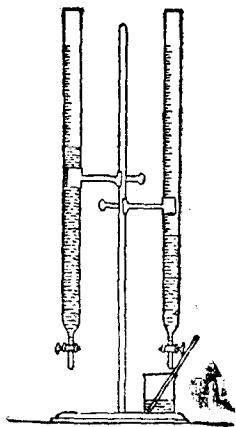
每次實驗所耗氫氧化鈉之量。

各種酸中，以何者酸性最強。

(3) 以氫氧化鈣、氫氧化鈉、氫氧化鉀，分別作成 100c.c. 之 10% 稀溶液，(即 10c.c. 鹼性液，90c.c. 水。) 取 20c.c. 置杯中，分別從上述實驗之硫酸稀溶液滴管中，加入稀硫酸之溶液；杯中亦先加入 1c.c. 之燐醇液，故杯中初為紅色，待開入酸量適變無色時，分別比較各鹼性溶液中所加入之酸量，觀察其何者鹼性較弱，何者次之，何者最強。

(4) 以上述實驗所得之中性溶液，加入石蕊試液，觀察其是否變色，如無變色，解釋其意；如有變色，試推理解釋其原因。

- c. 注意——硫酸、硝酸、鹽酸等酸類，在加水時呈發熱反應，是以加水不可過多，須徐徐加之，徐徐以玻璃棒攪之，否則玻璃杯之為其炸破，為意中



第一圖

事；鹼性液體加水時應有同樣之注意。

[附註]上圖為兩滴管同架於一鐵支架上之圖示；滴管上有刻度，可以直接讀出滴管內容有液體之量，下有活門，可將管內液體，自由開出與閉塞；其一管下方之玻杯，盛有溶液。為混入滴管中溶液時之情形。

表二 酸性及鹽基性之指示劑表

名 稱	遇酸之反應	遇鹽基之反應
石蕊液 (Litmus)	紅色	藍色
酚酞試液 (Phenolphthalein)	無色	紫黃色
甲基橘黃 (methy orange)	紅色	黃色
剛果紅 (Congo-red)	藍色	紅色

【實驗二】 溶解與結晶

溶解與結晶：

- a. 用品——玻杯、量積杯、蔗糖、酒精燈、水、鐵架、火柴、鋅、硫酸、濾紙、漏斗、試驗管、煤油、酒精、醇精。
- b. 定義——溶解之定義有廣義與狹義兩種，此處所講為狹義之溶解；凡物質平均擴散於液體間之現象稱為溶解，被溶解之物質曰溶質，(Solute) 溶解他物質之液體曰溶媒；(Solvent) 惟溶質若為液體，有時對於溶

媒與溶質殊難區別，例如50c.c.之酒精，溶於50c.c.之水中，表面觀之，當以酒精為溶質，水為溶媒，然又何嘗不可謂水溶於酒精乎？

廣義之溶解，溶媒亦可為固體者，例如銅溶於錫是。

- c. 實驗——(1)以蔗糖若干，放入於100c.c.之水中，以玻棒攪之，不久糖即消失，全部擴散於水中，成為味甘之溶液，此時糖為溶質，水為溶媒。

在標準溫壓時，取蒸水100c.c.，徐徐加入蔗糖，計算所加蔗糖之量，至所加之蔗糖，再加即不能溶解，亦即成飽和 (Saturation) 狀態時，此時溶媒與溶質之比稱為某溶質之溶解度；(Solubility) 例如本實驗所得結果，為蔗糖之溶解度。(試溶解度以同一溶質對各溶媒為不同，普通某溶質對於水之溶解度，可單稱為溶解度；否則須稱對於某溶媒之溶解度。)

(2)物質之溶解度，隨溫度與壓力之不同而異，通常溫度尤高，壓力尤低，則溶解度尤大，試作以下之實驗。

取蔗糖之飽和水溶液，置玻杯中，放於酒精

燈上加熱，再漸漸以蔗糖加入，溫度達於沸點時，所加蔗糖之總量，幾可達飽和狀態時數倍；試將各溫度所能溶之溶質量，仔細考明，以橫座標表溫度，縱座標表能溶之量，作取各情形下之坐標點，而繪成屈線。

(3)以稀硫酸作溶媒，投入以鋅，久之鋅即消失，亦即鋅已溶解於稀硫酸；鋅當為溶質。

此種溶解作用，與上述蔗糖溶於水之溶解，性質迥異，上述之溶解為物理性的，而鋅之溶於硫酸，類屬化學性質。

(4)取上節(3)所實驗得以溶液殘質，(即鋅溶於硫酸之殘質)待其反應完了，用濾紙摺置於玻璃漏斗上，將此殘質濾過靜置玻璃杯中，在杯面縛以遮布，以免塵垢飛入，隔數十小時，待其水分全部蒸飛而去，則生藍色透明之結晶體，此結晶體為硫酸鋅之結晶，此結晶美觀而有規則。

若過濾以後，立即於酒精燈上加熱，使水分加速蒸發，亦可製得其結晶，惟此結晶為蔗糖一般之粉狀，色素亦不如天然蒸發製成之美。

以此晶體置露空氣中，遇陰溼天氣，則產生

水分於其周圍，此水分並非空中之水汽造成，實為晶體內部所產生，此水分稱為結晶水。

富有產生結晶水之晶體，即富有潮解作用；如日常化學用品之晶體中——有食鹽、明礬、綠礬、石碱等、亦多富有結晶水。

d. 附解——(1) 溶液之濃度，有以 100c.c. 溶媒所含溶質之數作標準者；有以一坩溶媒所含溶質克分子數作標準者；有以 100c.c. 溶媒所含溶質克分子數作標準者；種類不一，惟其名數，則多為 g/c.c. 作準則。

(2) 測結晶體中結晶水之法，可先將結晶體衡其質量，次放入蒸發皿中加熱，使結晶水蒸發，至晶體色素全去，成為霜雪形態，再連蒸發皿衡其量，小心傾出物質，再衡蒸發皿之量，然後算出無水晶體之重，與原重求得一比率，以表晶水之百分數。

(3) 溶液中所含溶質，有時因溫壓之關係而增加，及溫壓之原因除去，其溶質有時並不析出，是稱為過飽和狀態之溶液 (Supersaturated solution)。

(4) 氣體之溶解度，對於標準狀況時之反應，最為明顯，較之固體之溶解，其現象更

爲確實顯著；通常標準溫壓時一般重要氣體溶於水之容量如下表：（參閱上冊第三章。）

表三 一般重要氣體標準溫壓時之溶解量表

名 稱	溶解量數值
阿摩尼亞氣(NH_3)	1298.90升
氯化氫(HCl)	506.21升
二氧化硫(SO_2)	79.80升
硫化氫(H_2S)	4.38升
二氧化碳(CO_2)	1.72升

【實驗三】 化合、置換和分解

化學變化的形形色色，種類繁多，惟大別言之可分爲化合、置換、分解三類。

二種以上物質成爲一新性質之物質，似爲極平淡之事，然細考其意，成爲一新物質之部分，決非毫無頭緒，似每一元素，有一自尊之價值，他原素非有相當之量，不爲之化合；例如硫之與氧化合，非有二原子之氧。硫將不與之化合，此自尊之價值，一可幫助研究化學之便利，二可用以闡明各物質間化學作用之相互關係；科學社會將此關係價值，定名曰原子價，並以氫一原子之原子價爲一價。

研究化學作用之化合，可得對於原子價之意義，全盤大白，反之，知原子價之意義，對於種種化合物之化合，便可瞭如考掌之紋。茲將各重要元素之原子價，列表示其大要：

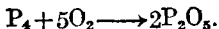
表四 一般重要元素之原子價表

一價元素	氫，氟，氯，溴，碘，鈉，鉀，銀，低汞，低銅
二價元素	氧，鎂，鉛，鈣，銅，鋅，鋁，鋅，汞，低錫，低鉛，低鐵，低錳，低鎳
三價元素	氮，硼，磷，鐵，鋁，錳，鎳，鈷，金，亞砷(砒)，亞銻，亞銻
四價元素	硫，炭，矽(硅)，白金(鉑)，錫
五價元素	高氮，高磷，高砷，銻，銻
六價元素	高硫，鉻
七價元素	高錫，高錳
八價元素	最高氮，最高磷

化合置換和分解：

- a. 用品——試驗管二十及試驗架、二氧化碳、水、玻杯、氫、氯、蔗糖、火柴、蒸發皿、氯化鎂、碘化鈉、磷、硫酸、鋅、小蘇打、高錳酸鉀、鋁粉、三仙丹、硝酸銻、亞硝酸銻、氯化銻、氫氧化鈣。
- b. 實驗——(1)於空氣中將磷燃着，不久磷即與空氣中氧、化合而走去，成為磷之氧化

物，(有毒)此種作用，當甚明顯，應屬於化合；(試翻閱上册第三章『製氮』)今重複寫其反應於後：



燃硫於空氣中，硫亦吸收空氣中之氧而成爲化合物；他如燭之燃於空氣中，燭中可燃成分(如炭等)，亦奪取空氣中之氧而成氧化物。

以鋁粉放一克左右於試驗管中，放於酒精燈上加熱之，約一二分鐘，(使鋁粉達燃點。)鋁粉即起急烈之燃燒，成爲鋁之氧化物。是以元素物質於空氣中燃燒之化學作用，大多爲吸氧而相與化合之現象；如鋁粉之燃燒反應：

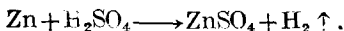


他如鉀鈉之燃於空中，着火於水面無非奪取其他物質相與化合；水銀與氧在高熱時亦得以種種形式，化合而成氧化銻。

(2)在氯化銻中投入金屬鈣，則銻被析出而成氯化鈣，氯化鈣中，更投入金屬鉀，則鈣又被析出而成氯化鉀，再在此溶液內投入鈣、銻等金屬，則全無作用，可知金屬所成之金屬化合物，對於各金屬，似有一親愛之

力，與最遠金屬化合後，其較親近金屬，皆可取代最遠金屬，至鉀則任何物質不能替代；我們如以氯化銻把各重要原素一一實驗，則可得代銻之金屬不少，若以可代之金屬，比較其先後，則可列為先後之表；因此作用為置換，可名其表曰置換次序表。（參閱表四）

置換之種種，有金屬之置換，有非金屬之置換，然非金屬中之氫根，時可以金屬置換之，例如鋅與稀硫酸作用，則氫根被析而出，鋅取代氫根：

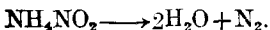
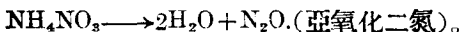
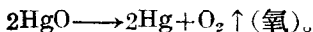
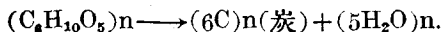


且可發現氫之地位，所鋅之下，如一一以鉻、鐵、鎳、錫、鉛投入稀硫酸中，皆能代氫之位而將其析出，至銻則不生氫，如是則似氫之地位在鉛與銻之間。

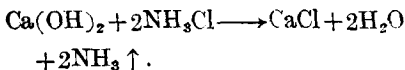
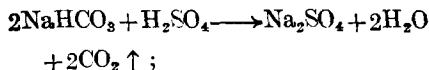
次以碘化鈉之溶液，投入溴，則碘析出而碘析出；更續通以氯，則溴析出而氯取代；再續通氟，則氯代溴而氯析出。如是將各氣體及重要非金屬用一單純化合物實驗其置換，可得重要非金屬之置換表。

(3)兩元素因特種原因而化合，同理一化合物亦能因特種原因而分解（不必分解為元

素)；例如：蔗糖之加熱而分解析出炭；三仙丹加熱分解析出氧；硝酸銦加熱分解而析出亞氧化二氮；亞硝酸銦加熱分解析出氮；試一一置試管中實驗之；今將各分解反應次列於下：



更有其他較複雜之分解作用，例如：小蘇打與硫酸作用，生成二氧化碳與碳酸鈉；氫氧化鈣與氯化銦，加熱作用，生成阿摩尼亞氣體；此種作用，其一部份亦分解而出，稱為複分解作用，試以試管一一實驗，並與以下之方程式矯驗之：



- c. 附註——複分解之實例及實驗最多，幾複雜之化學變化，無一非複分解作用，例如王水之起複分解而生氯化硝基；高錳酸鉀之遇水，複分解生二氧化錳及氫氧化鉀；遇