

化學實驗

教育部審定

化學實驗

大學預科及高級中學教科書

嘉善趙廷炳著

A TEXT-BOOK
OF
EXPERIMENTAL CHEMISTRY

By

T. P. Chao, B. Sc.

Instructor of Chemistry in the National University of Peking

SECOND EDITION

PEKING

The National University Press

1925

化學實驗

初版序言

科學之精神，在於實驗。而實驗科學之中，由教育的眼光而論，尤以化學之發達爲最早。然則化學實驗，殆一切實驗科學之權輿哉？顧化學實驗之初步課程，究應如何組織，始最適宜，在教授上實一重要之問題。廷炳教授北京大學化學實驗多年，以選用教科書，都未愜意；不得已編印講義以補教科書之所不及。現因各處高級中學次第設立，深知化學實驗一書之需用甚切也；遂將舊有講義，略加潤飾，付梓以應當世之需。

至本書內容，雖不敢稱斟酌至當；然就數年來教授經驗，或不無千慮之一得，試略述之一：

嘗見學生之從事實驗，往往依樣葫蘆，偏於機械的趨向。不獨於試驗結果，事過輒忘；甚且實驗完畢，尙茫然未知此實驗之目的何在。本書對於此層，特加注意。故於每節之首，則標明實驗之題目。每一試驗，於其結果之何若，不即說明，而特加疑問，使學生自行查攷。又遇簡易之化學反應，則令學生自行寫出。凡此諸端，皆所以促進學生之注意，並引起其自動研究之興味，此著述本書之微意也！

本書組織之次序，並不根據系統的分類。蓋因初學者之從事實驗，宜由淺而入深。前年編北大講義時，曾將原質單體、酸類、中性體等等，分類試驗。但其結果，不獨繁簡失

宜有背循序漸進之旨；且將類似之實驗併在一起，大減學生試驗之興趣。本書組織雖似紛雜，實則於分類精神之中，寓有先簡後繁，引人入勝之意。尤有一層，堪足為讀者告者，凡需用天平之實驗，必間隔數章而一遇之。因實驗室中缺少天平，為各學校之通病。現將需用天平之實驗，酌為分開，俾學生輪流使用，可免彼此相待，虛耗光陰之弊。

我國新定學制，不採取整齊劃之一精神。高級中學，既有三三與四二制之分；其課程時間之分配，自未可刻舟以求劍。本書於每章之中，更加分節，即所以留教授伸縮之餘地。每次實驗，不必限定做完一章，可以節為單位以調劑之。有時為時間上之便利計，更宜將各節試驗之次序，酌為倒置（例如遇必須靜置過夜之試驗時，應將下節試驗提前之類。）此則全在為教師者，隨時變通者也。

實驗之目的，不徒察其變化之現象，尤須考其變化之內容。化學反應式，為代表化學變化內容之最簡方法。雖反應式之簡易者，已令學生自行寫出；但其較為繁難者，即為初學之所難能。故本書中所有之各種化學反應，特彙錄於書末附錄之中，以便讀者之參考。

海內化學家，對於本書，倘賜教正，無任欣幸！

民國十三年六月三十日

丹若趙廷炳識。

再版序言

本書出版以來，承各校不棄而採用之，甫及一年，初版已罄，至深欣幸！頃以應各校之需用，復行再版。惟時間匆促，書中章句，未及一一校訂，恐仍多未洽之處，良用歉然！茲將此次修改之點，畧述於下，敬祈海內明達指正焉：一

一、因每一實驗，必有其實驗之目的，倘不明了其目的所在，而徒事盲從，鮮有能獲實益者。故於每章之末，特增入“本章試驗之目的”一段，使學者有所注意。

二、關於化學上計算之問題，雖極簡單，而甚重要。又每次試驗，所製造之某物，理論上究應得結果若干，亦有約略預知之必要。故於每章中，遇可以計算時，特增問題一二，以期學者之澈底了解。

三、第八章末，增入“臭氫”一節：一因氫之製造及試驗，需時較短，在一次試驗之時間，尚有餘暇；二因臭氫之試驗，亦甚簡易，插入此處，似甚適宜也。

四、結晶水一章，材料較少，又以氫氫之後，本應繼之以水，庶合分類之次序，故特增入“水之試驗”一節，似較妥帖。

五、阿莫尼亞，原譯作“銻”，乃依據科學名詞審查會所定。惟阿莫尼亞，係屬氣態，“銻”字殊不合氣態從气之常例。故將阿莫尼亞，改譯作“氫”；而原譯氫之 Argon，則改譯為“氩”，以示區別。

此外字句間增減之處，尚多，茲不具述。

民國十四年九月十日 趙廷炳識於北大第六化學實驗室

凡 例

一、本書中之化學名詞術語及儀器名稱大都依據科學名詞審查會之所決定。

一、凡一種名詞術語或儀器初見之處，皆附註英文原名或化學公式，以便參攷。

一、本書中之度量衡名稱，概用西文簡字；例如 gm.=Gram, cm=Centimeter, c.c.=Cubic Centimeter 之類。又凡指示溫度時，概以攝氏溫度計（即百度表 Centigrade）為準。

一、每章之末，都附以本章中所需用之儀器試藥名單，藉便試驗時有所準備。

一、本書中遇有試驗之較不重要者，或較難做者，或祇備參考而無須實習者，都以※符號標誌之。倘時間短促，凡記有※符號之各段，概可從略。

目 錄

第一章 緒論

頁數

實驗須知;初次試驗之預備。.....1—3

第二章 洗滌瓶之配製

(1)瓶塞之選擇及鑽孔;(2)玻管之割斷,堵端,彎曲,抽細,及製成尖嘴管;(3)洗滌瓶之完成。.....4—7

第三章 天平及量器

(4)天平之用法;(5)各種量器之用法;(附)密度之測定法。.....8—13

第四章 沉澱及濾過

(6)沉澱;(7)傾泌;(8)濾過及洗滌。.....14—17

第五章 狀態變化

(9)熔融;(10)昇華;(11)蒸騰及蒸發;(12)蒸餾。.....18—22

第六章 結晶及溶解

(13)結晶;(14)溶解;(15)溶解度;(16)溶劑之選擇。.....23—26

第七章 物理變化及化學變化

(17)混合物之機械分離法,各種物理變化及化學變化。.....27—29

第八章 氯

(18)氯之製造;(19)氯之試驗;(20)接觸作用之攷証;(21)臭氯之製造及試驗;(附)氣體製法及收集法之說明。.....30—40

第九章 氫

(22) 氫之製造; (23) 氫之試驗。..... 41—46

第十章 水及結晶水

(24) 水之組成及試驗; (25) 結晶水之試驗; (26) 結晶水之測定法。..... 47—52

第十一章 氧及空氣之組成

(27) 空氣中除氧之法一; (28) 空氣中除氧之法二; (29) 氧之製造及試驗。..... 53—59

第十二章 硝酸

(30) 硝酸之製造; (31) 硝酸之試驗; (32) 硝酸鹽之試驗。..... 60—64

第十三章 氟化氫及亞氟化氫

(33) 氟化氫之製造; (34) 氟化氫之試驗; (35) 亞氟化氫之製造; (36) 亞氟化氫之試驗。..... 65—69

第十四章 氫

(37) 氫之製造; (38) 氫之試驗; (39) 氫氟化鈣及鈣鹽之試驗。..... 70—76

第十五章 氫化氫及氟化氫

(40) 氫化氫之製造; (41) 氫化氫及鹽酸之試驗; (42) 可逆反應之試驗; (43) 氟化氫之製造及試驗。..... 77—82

第十六章 氯, 及溴, 碘,

(44) 氯之製造; (45) 氯之試驗; (46) 溴之製造及試驗; (47) 碘

之製造及試驗.....	83—91
-------------	-------

第十七章 中和

(48) 用鹽酸當量溶液,以滴定鹽基類溶液之強度;(49)用氫 氟化鈉標準液,以滴定酸類溶液之強度;(50)中和後之產物, 鹽類。.....	92—98
--	-------

第十八章 定數比例律

(51) 氟與鎂之化合比例;(52)氟與銀之化合比例;(53)重炭 酸鈉與氟化鈉之重量比例。.....	99—103
--	--------

第十九章 硫及其氫化物。

(54) 硫之同質異形體;(55)硫化氫之製造;(56)硫化氫之試 驗。.....	104—111
--	---------

第二十章 二氯化硫及三氯化硫

(57) 二氯化硫之製造;(58)二氯化硫及亞硫酸之試驗;(59) 三氯化硫之製造及試驗。.....	112—118
---	---------

第二十一章 硫酸

(60) 硫酸之製造(鉛室法);(61)硫酸之試驗。.....	119—124
---------------------------------	---------

第二十二章 金屬換置表及化學當量

(62) 金屬換置表;(63)化學當量之測定法一;(64)化學當量 之測定法二;(65)化學當量之測定法三。.....	125—131
--	---------

第二十三章 炭;火焰;反燃燒。

(66) 破壞蒸餾;(67)炭之試驗;(68)火焰;(69)反燃燒。.....	132—140
---	---------

第二十四章 二氯化炭(附炭酸鈉)

(70) 二氯化炭之發見;(71)二氯化炭之製造;(72)二氯化炭及炭酸之試驗;(73)炭酸鈉之製造(沙爾偉氏法)(74)炭酸鈉之試驗。..... 141—149

第二十五章 一氯化炭及沼氣

(75) 一氯化炭之製造;(76)一氯化炭之試驗;(77)沼氣之製造;(78)沼氣之試驗。..... 150—155

第二十六章

焰色試驗,吹管試驗,及硼砂珠試驗.

(79) 焰色試驗;(80)吹管試驗;(81)硼砂珠試驗;(82)磷鹽珠試驗。..... 156—161

第二十七章 磷與砒,及其氫化物

(83) 磷之試驗;(84)磷毒氣之製造;(85)砒之試驗;(86)砒毒氣之製造及試驗(麥許氏試驗)。..... 162—166

第二十八章

鉻,錳,鐵之化合物;氯化與還原.

(87) 鉻礬;(88)鉻酸鹽及重鉻酸鹽;(89)錳酸鹽及過錳酸鹽;(90)高鐵鹽及低鐵鹽之試驗;(91)鐵之定量法..... 167—176

第二十九章 醱酵及鹼化

(92) 二烷醇之製造;(93)分餾;(94)二烷醇之試驗;(95)胰子之製造;(96)胰子之試驗;(97)硬水及軟水之試驗。..... 177—183

第三十章 膠體物

(98) 膠體物之製造; (99) 膠體物之試驗; (100) 混液。	184—190
---	---------

第三十一章 電解及電鍍

(101) 水及硫酸銅液之電解, 法拉第定律之證明; (102) 電鍍術。	191—196
---	---------

第三十二章 定性分析大意

(103) 第一組各金屬之反應, 及其分析法; (104) 第二組各金屬之反應, 及其分析法; (105) 第三組(甲)各金屬之反應, 及其分析法; (106) 第三組(乙)各金屬之反應, 及其分析法; (107) 第四組各金屬之反應, 及其分析法; (108) 第五組各金屬之反應, 及其分析法; (109) 幾種重要酸基之反應; (110) 未知物之分析方法, 溶液之製備; (111) 溶液中各金屬基之檢查; (112) 溶液中幾種重要酸基之察查。	197—226
---	---------

附錄(一)

本書中所有之各種化學反應	227—246
--------------------	---------

附錄(二)

與本書中試驗有關係之各表	247—250
--------------------	---------

附錄(三)

本書中所有之化學名詞, 化學術語, 及儀器名稱之中英文對照表	251—280
--------------------------------------	---------

第一章

緒論

化學爲實驗的科學;學化學者,自不能不於理論外,躬自試驗,作實地之研究。顧初學者,初次入實驗室之門,往往有茫無頭緒之感;或更亂用儀器,有動輒愆事之虞。欲救其弊,則下列之“實驗須知”十條,應首先注意焉:—

實驗須知

(1) 實驗時,應將書中所述試驗之內容,先行細閱一番,然後着手試驗;則試驗之目的及手續之順序,完全了解,方可免錯誤脫略之虞。

(2) 實驗所用之一切器皿,應預爲清潔之。試驗畢後,須先將器皿洗淨,然後收拾之。

(3) 取用試藥時,切不可將試藥瓶隨意移置自己桌上。欲取液體的試藥時,可携一試管去取。欲取固體的試藥時,可携一紙片或錶面玻璃去取。拔開試藥瓶之塞子時,不可將其橫臥桌上(參觀第十四頁之圖十二);苟不得已,亦宜將瓶塞倒置(即以插入瓶內之部份向上)。試藥取畢後,應立刻蓋上塞子,將瓶安放架上原處;並須留意不可使此瓶塞與他瓶塞更換。

(4) 取用試藥之量,不可過於應需之量;倘僅爲執行一種反應起見,則所取之量,更不宜多。試驗後,如有餘剩之試藥,不可將其回入原瓶內。

(5) 曾經燒熱之玻璃器皿,須俟其冷卻後,方可洗滌或收拾之。

(6) 在離實驗室之前,須預將燈火熄滅;並將自來水管關閉之。

(7) 使用強酸時,宜格外謹慎。設或強酸倒翻時,須速取碳酸鈉或白堊粉等,加於其上,然後擦去之。

(8) 每人須預備實驗筆記一本。實驗時,應將下列各項,一一記入:

(a) 所作之某試驗(但不可直接抄書);

(b) 觀察試驗時發生之現象;

(c) 依試驗結果而得之論斷。

(9) 遇有化學變化發生時(即本書中遇有“反應式”之處),應將變化之內容,立刻以反應式(即化學方程式)表示出來。

(10) 每遇書中間有何種現象或變化時(即有疑問號(?)之處),應有相當之答語,記入於實驗筆記中。又遇有須解釋理由時,應根據試驗發生之現象或結果,努力推想其所以然之故;然後以解釋之是否合理,就正於教師。

以上各條,為人人應守之法則。而初學者,尤應養成良好之習慣,故不宜忽略視之。

初次試驗之預備

書中有許多實驗,較為複雜,有為一人所不能獨立試驗者。為顧及此種情形起見,在第一次試驗時,應就各人之素相熟識者,每二人認定一組。以後遇複雜之試驗,即由二人

合作。但其簡單者,仍由各人獨自試驗,藉免依賴隔膜之弊。每組更須於實驗室中之實驗桌上,認定一定之位置。

分組既定,應向教師索取日常所用之儀器名單;每組各携此單,向儀器處領取一份。領來之後,應將逐件洗滌清潔,然後收藏於實驗桌之抽屜或櫃中,以備下次試驗之用。

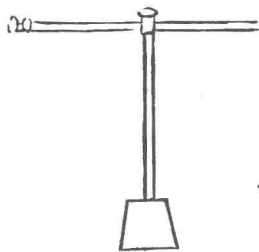
第二章

洗滌瓶 Wash Bottle 之配製

1. 瓶塞之選擇及鑽孔 取一平底燒瓶 Flask, 並選擇一適宜之橡皮塞 Rubber Cork (或軟木塞 Wooden Cork); 其橡皮塞(或軟木塞)之大小,須與燒瓶口頸相仿。旋將橡皮塞(或軟木塞)置入塞子榨牀 Cork-Presser 內,旋轉壓之,使其周圍所受壓力均勻。然後將其插入燒瓶口內,務使適合爲度。

將橡皮塞(或軟木塞)直立桌上,並選擇一大小適宜之塞鑽 Cork-borer,其徑須與欲插入玻管 Glass Tubing 之徑相仿;自橡皮塞(或軟木塞)之頂上,旋轉鑽入,如圖一。(因洗滌瓶內之塞子,應有雙孔,故鑽孔之地位,須預留地步)。鑽時,應使塞鑽直入,不可歪斜。迨橡皮塞(或軟木塞)之背面,已見鑽孔之痕跡;再執手中,更用力旋轉鑽入之。鑽成孔後,再將塞鑽旋轉穿過,復將塞鑽旋轉拔出,循環數次,方得適宜之孔。不得已時,始用圓銼 Rat-tail File,入孔內銼光之;否則,以不用圓銼爲佳。依此方法,將該橡皮塞(或軟木塞)鑽成二孔,以備下(3)節之用。

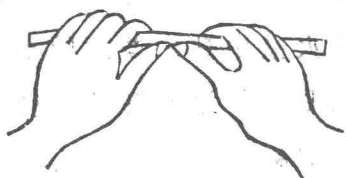
圖 一



2. (a) 玻管之割斷及熔端 置玻管於桌上,於欲斷處,用三角銼 Triangular File,將玻管銼成一顯著的痕

(但不可銼成不規則的亂痕)。旋將兩手之大指,恰在痕之背面(如圖二),輕輕用力一推,玻管即斷。旋依此方法,將玻管制成三段: 其一段約長 25 - 30 公分 Centimeter(或簡寫爲 cm. 本書爲簡便計,以後都以 cm. 表之),其他二段各約長 10 cm.

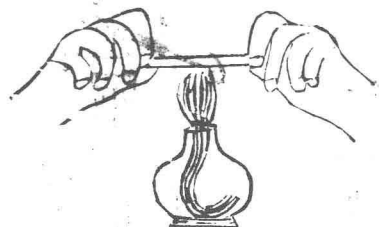
圖 二



凡使用各種玻管,無論何時,務須細察其兩端是否光滑?如新割斷之玻管,其端一定顯有稜角,必須將其端置火焰中熱之,使玻璃熔融 Fuse,則稜角即去,變成光滑之端矣。(倘玻管端顯有稜角,則接連橡皮管 Rubber Tubing 時,易使橡皮破裂;或插入木塞時,易使木塞孔裂損而洩氣。故熔端之手續,不可省略,學者宜注意也。)

(b) 玻管之彎曲 將玻管彎曲時,應將欲彎曲處置於酒精燈 Alcohol Lamp (或本生燈 Bunsen Burner) 之火焰中

圖 三



熱之,旋轉不已,使玻管四周受熱均勻(如圖三)。迨玻管既軟,即速將其離開火焰,細心彎之,使成適宜之角度,如圖四所示。依此方法,將長約 25 - 30 cm. 之玻管,彎成銳角形(彎在

距一端約 5 cm. 之處,不要彎在中間)。又將長約 10 cm. 之玻