

半微普通化學實驗

半微普通化學實驗

嚴志弦編著

中華書局印行

一九五〇年七月初版

大學用書

半微普通化學實驗（全一冊）

◎基價二十元

（郵運匯費另加）

編著者 嚴志 弦

發行者 上海河南中路二二一號
中華書局股份有限公司

印刷者 上海澳門路四七七號
中華書局永寧印刷廠

發行處 各埠中華書局

印翻得不・權作著有

總目編號：（二四八一七）

印數1—3,000

序 言

本書原名“普通化學實驗”，係抗日戰爭前一年(1936)所編，共有實驗七十則，時隔十餘年，無疑地已有加以改訂或修正之必要。

抗戰結束以後，大學一年之化學實驗，頗多由每週兩次減為一次者，故全年僅做實驗三十至四十，本書內容之精簡，實已刻不容緩，徒因筆者在此數年中，未能兼顧及此，一再遷延，遲至今日，始克完成此項工作，負疚實深！

本書經修訂後，除有*符號之若干實驗外，大部分採用半微量實驗方法，故改今名——半微普通化學實驗。查半微量實驗方法並不需用特殊儀器，藥品之消耗却可大為減少，同時正因其用量之微，反可促使學生細心觀察，實驗總數已減為四十五則，與實際上所作之實驗次數(全年兩學期，每週實驗一次)，不致相去太遠，惟筆者僅能於課餘屬稿，其中一部分曾經國立復旦大學試用，結果尚稱滿意，但漏誤之處仍所難免，希海內同志，不吝指教，幸甚，幸甚。

本書承朱君頤齡作圖，併此誌謝。

嚴志弦

一九五〇年四月一日

簡明原子量表

鋁 Aluminum(Al).....	26.97	鐵 Iron(Fe).....	55.85
銻 Antimony(Sb).....	121.76	鉛 Lead(Pb).....	207.21
砷 Arsenic(As).....	74.91	鎂 Magnesium(Mg).....	24.32
鋇 Barium(Ba).....	137.36	錳 Manganese(Mn).....	54.93
鉍 Bismuth(Bi).....	209.00	汞 Mercury(Hg).....	200.61
硼 Boron(B).....	10.82	鉬 Molybdenum(Mo).....	95.95
溴 Bromine(Br).....	79.916	鎳 Nickel(Ni).....	58.69
鎘 Cadmium(Cd).....	112.41	氮 Nitrogen(N).....	14.008
鈣 Calcium(Ca).....	40.08	氧 Oxygen(O).....	16.00
碳 Carbon(C).....	12.010	磷 Phosphorus(P).....	30.98
氯 Chlorine(Cl).....	35.457	鉀 Potassium(K).....	39.096
鉻 Chromium(Cr).....	52.01	矽 Silicon(Si).....	28.06
鈷 Cobalt(Co).....	58.94	銀 Silver(Ag).....	107.88
銅 Copper(Cu).....	63.54	鈉 Sodium(Na).....	22.997
氟 Fluorine(F).....	19.00	銦 Strontium(Sr).....	87.63
金 Gold(Au).....	197.2	硫 Sulfur(S).....	32.066
氫 Hydrogen(H).....	1.0080	錫 Tin(Sn).....	118.70
碘 Iodine(I).....	126.92	鋅 Zinc(Zn).....	65.38

半微普通化學實驗

目 次

序言

簡明原子量表

實驗之準備及初步工作

(I) } 1 ✓ 物理變化與化學變化 ✓
2 定比例定律

(II) 3 ✓ 氧之製取及其性質

(III) 4 化學式之推演

5? ✓ 氫之製取及其還原性質

(IV) 6 ✓ 水與水化物

(V) 7 金屬之當量與原子價

(VI) 8 ✓ 酸與鹽基

9 ✓ 酸與鹽基之中和(滴定法)

(VII) } 10 ✓ 鹽類之製取

(VIII) } 11 鹽類之水解

12 ✓ 溶解度與溶度線

IX 13 ✓ 氧化劑

(X) 14 ✓ 還原劑

(XI) 15 氧化價與還原價

16 ✓ 鹵素與鹵素化物

17 氫鹵素酸

18 硫化氫之性質及其用途

19 硫酸之製造及其性質

- (XII) 20 硫之其他含氧酸與含氧鹽
21 氟與鉍鹽
(XII) 22 硝酸之氧化作用
(XII) 23 硝酸鹽與亞硝酸鹽
24 磷酸鹽與砷酸鹽
(XIII) 25 √ 觸媒作用
(XIV) 26 √ 反應速度
(XV) 27 游子平衡與同游子效應
(XVI) 28 複游子與化學平衡
29 質子活動性
(XVII) 30 指示劑之應用與選擇
(XVIII) 31 沉澱理論及其在分析化學上之應用
32 膠體化學
33 數種普通有機化合物之定性檢驗
34 電化學
35 鹼金屬與鹼土金屬——鹽類之檢驗反應
36 測求水之硬性
37 銅與銀之化合物
38 氯化亞銅之製取
39 鋁與鋁鹽
40 鐵鹽與亞鐵鹽
41 鉻與錳之化合物
42 銻、鎘、汞及其化合物
43 鈷、鎳、鉛、錫之檢驗反應
44 陽游子之分組
45 各組陽游子之分析
附錄(一) 氣壓計高度之校正
附錄(二) 飽和水蒸氣壓力
附錄(三) 儀器用具

半微普通化學實驗

實驗之準備及初步工作

A 儀器用品之檢點 依照教員指定之桌位,將該試桌中所藏之儀器用品取出,一一加以檢視,察其有無破損,儀器之完整者,按照教員發給之儀器用品單,加以檢點,察其有無缺少,式樣是否符合,遇有破損,缺少,不符,可報告教員,由教員簽字,向用品室補換,補換齊全後,簽名於儀器用品單上,填註日期及試桌號數,交還教員。

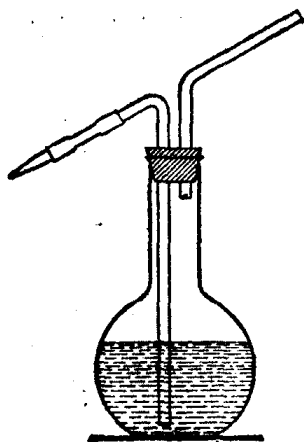
B 本生燈之使用方法 將本生燈上之橡皮管與煤氣管接連,旋開龍頭,通入煤氣後燃着之,先將本生燈底部調節空氣之小孔關閉,使成多烟之黃色火焰,然後徐徐開放小孔,引入空氣,使火焰漸成藍色(此時溫度最高),如引入之空氣過多,則火焰將突然縮回,煤氣在燈之底部,即行燃着,同時發生吼聲,若然則旋閉煤氣龍頭,將調節空氣之小孔關閉後,再如前法燃着之。

C 玻管之截斷與彎曲 欲使玻管截斷,可用三角銼按緊玻管,向前或向後一抽,令管上留一短深之切痕,然後兩手執管,將兩拇指並按切痕之後,輕輕向後一折,管即折為兩段,如切痕不深,不易折斷,可用三角銼再銼一次,然後再依上法折斷之,折斷後之玻管,應將該管端置於本生燈之藍色火焰中,使該處玻璃漸漸熔化而平光之。

欲將玻管彎曲,可插一魚尾燈頭(wing top)於本生燈上,使火焰散開,然後兩手持管,平放於此闊而扁之火焰中,向前或向後轉動,使玻管之加熱部分(約二吋長),熱度平均,待玻管十分柔軟後,迅即離去火焰,彎成需要之角度,彎玻管時不宜猶豫,應趁熱時一次彎成。

D 洗瓶之裝配及其使用方法 取一250c.c.大小之燒瓶,配一大小適合之二孔橡皮塞,參照次頁之圖(第1圖),彎成長短玻管各一,管端均用火平光之,俟玻管冷却後徐徐插入橡皮塞中,玻管及瓶塞,均可用水使之潤濕,

然後插入玻管,輕輕向前移轉推進,用力切勿過猛,以防折斷玻管,傷及手指。與長管接連之管嘴(nozzle),亦係用玻管燒熱後拉成,置玻管於火焰中加熱,旋轉不停,直至加熱部分之管壁漸厚,同時管孔漸縮,隨即離去火焰,向外拉長,冷卻後用銼切斷,復用火平光之即成。將此管嘴用不滿一吋長之橡皮管,與洗瓶之長管接連,瓶中洗淨後注入蒸餾水,即得一完好之洗瓶矣。

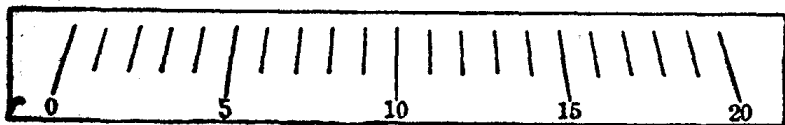


第 1 圖

洗瓶使用時,可用手執瓶頸,伸出食指與中指夾住橡皮管,由短管吹氣入瓶,瓶內之水即由管嘴噴出。復運用兩指,可使噴出之水,上下左右,隨心所欲。惟瓶中之蒸餾水,專供洗滌用具及沉澱之用。需用少量之蒸餾水時,可倒轉洗瓶,令水由短管中流出。瓶塞及玻管,非必要時切勿由瓶中取出,取出後更不宜隨意棄置於試桌上。

E 分析天平之使用方法 使用分析天平之前,應先注意其鉛垂線(plumb line),藉知天平之位置是否放平。天平之位置放平後,即可依下法求其零位(zero point)。

徐徐旋轉天平下端之螺旋,令衡梁之支柱(beam supporter)下降,衡梁及其指示針(pointer),即能左右自由擺動。下圖(第 2 圖)示此針端後之分度標尺(scale division):



第 2 圖 天平上之分度標尺

指示針之擺動範圍,不宜過大。指示針向左右擺動時,即正對支柱,注視針端向左或向右擺動所達之分度,頻加練習,以期能讀至分度的十分之一。連續讀取五次(右三次左二次,或左三次右二次),然後求算擺動之中點,作為該天平未載重時之零位。例如:

(左)	(右)	
5.3	14.0	
5.6	13.6	
6.0		$\frac{5.6+13.8}{2}=9.7$ (未載重時之零位)
平均 5.6	13.8	

既知該天平未載重時之零位後,即可將欲權其重量之物件置於左盤,置砝碼於右盤,先估計物件之重量約為若干 gm. 然後先試以較大之砝碼,依次遞減,不足時則依次增加,直至載重時之零位(依上法求算),多加 1mg.,則偏於未載重時零位之左,少加 1mg.,則偏於其右(指較精確之天平而言,將衡梁上之游碼移動,每一分度代表 1mg.).例如大小砝碼之總數為 15.123gm. 時零位為 10.8; 砝碼之總數為 15.124 gm. 時零位為 9.2 但未載重時之零位為 9.7,可見該物件之重量,必大於 15.123gm.,而小於 15.124 gm.,相差 0.001 gm.(即 1mg.),其零位即由 10.8 移至 9.2,相差達 $10.8-9.2=1.6$. 如欲其零位適與未載重時之零位相同,則 15.123gm. 必須再加 $\frac{10.8-9.7}{1.6}$ mg. 而後可,或由 15.124gm. 減去 $\frac{9.7-9.2}{1.6}$ mg.,結果亦同,故該物件之準確重量為:

$$15.123+0.0007 \text{ 或 } 15.123-0.0003=15.1237\text{gm.}$$

如所用之天平,靈敏度較遜,衡梁上並無游碼,不能直接權得其 0.001gm. 時,亦可依照前法,將砝碼依次遞減或增加,直至少加一 10mg. 之砝碼,其零位尚偏於未載重時零位之右;多加一 10mg. 之砝碼,則偏至其左,依照上法,亦可求算其重量至最近之 0.001gm.,例如:

	(砝碼總數)	(零位)
	15.12gm.	10.8
	15.13gm.	9.2
相差	0.01gm.	1.6

$$10.8-9.7(\text{未載重時之零位})=1.1$$

$$1.6:0.01=1.1:x$$

$$x=0.007$$

故其準確重量為

$$15.12+0.007=15.127\text{gm.}$$

F 使用天平時應注意之各點 (a) 秤盤上切勿直接放置試劑,應將試劑置於適當之容器中,如淺玻璃皿 (watch glass), 蒸發皿或燒杯之類,然後

置於秤盤上求其重量,由此減去容器之重量,即得該試劑之重量矣。燒杯等用具未冷卻前,或其外面未淨拭前,均不宜放於秤盤上。

(b) 衡梁擺動時切勿由秤盤上取下或加上砝碼或待秤之物件。物件或砝碼放上秤盤,或由秤盤上取下,必須先架起衡梁,以免損及支稜 (knife-edge)。

(c) 切勿用手提取砝碼,移動游碼或測求零位時,應將天平前之玻璃門關下。秤好後將秤盤中大小砝碼之和及游碼之位置(即總重量)隨即記下,並點視砝碼匣中之空位置,以證符記下之重量,有無錯誤。

(d) 天平各部,如發見有何不正常之情形,立即報告教員。

(e) 使用天平時,須竭力避免震動。除權重時勿忘將衡梁架起,須知天平之靈敏,端賴其支稜保護之得法。

G 實驗時應注意之各點 (a) 實驗未開始前應將實驗教程,完全閱讀一遍,以期對於該實驗之方法與目的,具充份之瞭解與認識。

(b) 實驗時應注重個人工作。遇有疑難,可參閱教科書或其他參考書或直接詢問教員,切勿任意擾亂同學之實驗工作。

(c) 普通化學實驗之目的,不僅在獲取化學上之知識,其他如實驗之技巧,使用儀器之方法,研究科學之精神,均應加以注意。

(d) 實驗教程中隨處可遇見註於右上角之小數字,按此數字即指教程後面之問題,務必隨時解答之(用藍墨水)。

(e) 液體試劑切勿任意攜至個人試桌上,用過後隨即還置原處。

(f) 液體試劑取用時不宜過多,苟教程中未詳細說明,則取用 2—3 滴已足。

(g) 作“定量”之實驗時應用分析天平;實驗之不涉及“定量”者,可應用普通天平或臺平(platform balance)。

(h) 實驗完畢時應將一切用過之玻璃用具洗淨,桌面上亦應收拾清潔。

半微普通化學實驗

姓名_____

學程及組別_____

試桌號數_____

實驗日期_____

實驗〔 〕 物理變化與化學變化

提要：物質經物理變化後，僅改變其性質之一部分；經化學變化後，則其性質——特別是化性——將完全改變而成另一種或數種新物質。本實驗之目的，即係例解物理變化與化學變化之不同。

實驗方法：

A 取食鹽(氯化鈉, NaCl) 少許，注意其色、臭、味及其硬性⁽¹⁾。用擴大鏡細察其晶形⁽²⁾，投食鹽晶體少許於蒸餾水中(此處可用 75mm. 小試管，注入蒸餾水 5—10 滴)，察其是否下沉抑仍浮於水面⁽³⁾，稍稍搖動察其是否消失(溶解)⁽⁴⁾。用藥液滴管吸取此試管中之清澈液體少許，注 1—2 滴於淨潔之玻片(顯微鏡用)上，持此片離微焰(用小型本生燈) 7—8cm. 高，前後移動，直至水完全蒸乾為止。細察玻片上有無渣滓，如有渣滓遺留，與原來之食鹽晶體是否相同⁽⁵⁾。置食鹽少許於仰置之坩堝蓋上而劇熱之，察其有無變化⁽⁶⁾。

B 取硫黃少許以代食鹽，重作上節各項實驗^(7—12)。

取硫黃一二小粒，仿效上法，試驗其是否溶解於稀鹽酸(6N)中⁽¹³⁾。

投硫黃一二小粒於 75mm. 小試管中，注入二硫化碳(CS_2)或丙酮 $[(\text{CH}_3)_2\text{CO}]$ 6—8 滴(遠離火焰)，將試管塞好，震搖數分鐘，細察有無溶解現象⁽¹⁴⁾。用藥液滴管吸取試管中之清澈溶液少許(必要時可用離心機令未溶解部分下沉於底部)，注 2—3 滴於玻片上，任其自行蒸發(勿加熱，此類液體均易着火)，如有遺留之渣滓，細察其是否與原來之硫黃相同⁽¹⁵⁾。試以磁石，察其能否吸引

硫黃粉末⁽¹⁶⁾.

C 取鐵粉或鐵屑少許,細察其顏色⁽¹⁷⁾,試以磁石,察其能否被磁石所吸引,依上法試驗其是否溶解於二硫化碳或丙酮中⁽¹⁸⁻¹⁹⁾.復取稀鹽酸 5—10 滴,投入鐵粉少許,稍稍加熱,靜置 3—5 分鐘,然後濾出數滴於玻片上,用微焰蒸乾之,細察玻片上遺留之渣滓與原來之鐵粉是否相同⁽²⁰⁻²²⁾.

D 置硫黃約 0.5gm. 於 75mm. 小試管之底部,復取極細之鐵絲,捲成一個鬆圈塞入試管(離硫黃 1cm.). 手持試管夾,使鐵絲部分(稍下)加熱,次及硫黃部分,令硫黃熔化,在硫黃蒸氣上昇與熱鐵絲接觸之際,細察有無釋出能量之跡象⁽²³⁾.繼續令全部加熱約五分鐘之久,直至多餘之硫黃完全燒去為止.冷卻後用玻棒刮下試管中之產物,研碎後,試以磁石、二硫化碳或丙酮、稀鹽酸等,察其是否異於原來之硫與鐵⁽²⁴⁻²⁵⁾,用稀鹽酸試驗時,注意所生之氣體有無特臭,與試驗鐵粉時所得者是否相同.

E 取極細之鐵絲捲成一鬆圈(愈鬆愈佳),以稀醋酸(冰醋酸 1c.c. 加水 9c.c.)浸濕後,復用力揮去多餘之酸(勿用水沖洗),立即塞入 100mm. 試管之底部,愈鬆愈佳,迅即將此試管倒置於水中,令試管口下降至水面下約 1cm.,用小型瓶夾(如瓶夾嫌大,可用舊軟木塞或其他襯墊)挾持於鐵架上,注視試管內空氣之體積有無變化⁽²⁶⁾.俟試管內空氣之體積已固定而不再減少時(約半小時),測量管內水之高度(由試管口量至試管內之水面),復測量此試管之長度,由此可約略估計空氣中氧之百分率為若干⁽²⁷⁾,取出鐵絲圈,察其外表,與原來之鐵絲是否相同⁽²⁸⁻²⁹⁾.

實驗記錄與問題解答

(1) 結果:

(2) 食鹽之晶形若何?

(3) 食鹽之密度較大抑或較小於水?

(4) 結果:

(5) 相同否? 食鹽之溶解,爲物理變化抑爲化學變化?

(6) 有變化否?

(7) 硫黃之色、臭、味及硬性如何?

(8) 硫黃之晶形如何?

(9) 硫黃之密度較大抑較小於水?

(10) 硫黃在水中經震搖後有溶解之跡象否?

(11) 溶液蒸乾後有無與硫黃相同之渣滓遺留於玻片上?

(12) 硫黃加熱時之現象如何? 試以物理變化或化學變化解釋各階段的變化。

(13) 結果:

(14) 結果:

(15) 二硫化碳或丙酮揮發乾後玻片上有無渣滓? 與硫黃是否相同? 此係物理變化抑係化學變化?

(16) 結果:

(17) 鐵粉之顏色:

(18) 鐵粉是否受磁石吸引?

(19) 鐵粉是否溶解於二硫化碳或丙酮?

(20) 結果:

(21) 鐵粉之溶解於稀鹽酸為物理變化抑為化學變化? 何故?

(22) 試舉出得藉以辨別食鹽硫黃與鐵粉之三項性質(列成表格).

(23) 有釋出能量之跡象否?

(24)

檢 試 結 果

結 論 或 解 釋

試以磁石:

試以 CS_2 :

試以稀鹽酸:

(25) 鐵與硫混和加熱後所得之產物為混合物抑為化合物? 此變化為物理變化抑為化學變化?

(26) 試管內之空氣是否減少?

(27) 試管內水高若干 cm? 試管長若干 cm? 空氣中氧佔百分之幾?

(28) 結果:

(29) 鐵銹為何種物質, 化合物抑混合物? 鐵銹之生成為物理變化抑為化學變化?

半微普通化學實驗

2

姓名_____

學程及組別_____

試桌號數_____

試驗日期_____

*實驗〔 〕 定比例定律

提要：定比例定律亦稱重量關係常住定律 (Law of Invariable Weight Relation). 在本實驗中,吾人以過量之鹽酸,處理定量之碳酸氫鈉,察其所得之產物,重量上是否與碳酸氫鈉具一定之比例,與方程式(即平衡的反應式)中標記者是否符合。

注意：學生作本實驗之前,應由教員將天平之使用方法,使用天平時應行注意之各點,詳加指示,支稜,秤盤及砝碼之如何保護,尤應特別注意,洗瓶之使用方法,亦應預使學生訓練嫻熟,詳見本書‘實驗之準備及初步工作’D、E及F。

實驗方法：取一乾潔之蒸發皿(6 cm.),置於天平上,權至最近之 0.0001 gm.,或至最近之 0.001gm.,將蒸發皿取下,裝入純碳酸氫鈉(NaHCO_3)約 1gm. 復置於天平上權得其準確之重量,一一填註於表中⁽¹⁾。

蓋上淺玻皿,用藥液滴管或吸量管(pipette)由旁徐徐滴入純稀鹽酸,使碳酸氫鈉漸次溶解,直至稍加震搖,不復有氣泡發生始止。

淺玻皿之底面,當有反應所得之溶液噴濺於其上,可用洗瓶沖洗之使仍流入蒸發皿中,然後置此蒸發皿於熱水鍋(hot water bath)上,用玻璃棒彎成之三角架使淺玻皿架起,俾蒸汽得自由逸出,同時不致有塵灰飛入,迨蒸發乾後,移至陶土三角架上,手執本生燈,離蒸發皿稍遠,微微加熱,以除去蒸發未盡之水分⁽³⁾。

俟蒸發皿冷卻後⁽⁴⁾，置於天平上，權得其準確之重量，亦填註於表中⁽¹⁾。

實驗記錄與問題解答

(1)

蒸發皿加碳酸氫鈉之重量.....	gm.
蒸發皿之重量.....	gm.
碳酸氫鈉之重量.....	gm.
蒸發皿及渣滓之重量.....	gm.
蒸發皿之重量.....	gm.
渣滓之重量.....	gm.

(2) 試作一平衡的反應式，以示 NaHCO_3 與 HCl 之反應。

(3) 蒸發皿中所得之渣滓為何？

(4) 蒸發皿應俟冷卻後，始可置於天平上權其重量，何故？

(5) 依據實驗之結果，計算由 NaHCO_3 1 gm. 可得 NaCl 若干 gm.