

通化學·定性分析

實驗教程

薛 愚 編 著

正 中 書 局 印 行

編 言

本書將數度試用及修正之實驗教程，編為一卷，名曰普通化學實驗教程，分上下兩篇。上篇為普通化學實驗，用實驗以證明原理，如電離、氫離子濃度、指示劑、水解、沈澱、氧化還原、錯離子、雙性化合物等皆為習定性分析之基礎，兼習有機化學、應用化學及軍事化學上之黑火藥與雷酸汞等，與中學時所實驗，絕對無重複之弊。下篇為無機定性分析，用三十有七之實驗，將陽離子、陰離子及礦石、合金、不溶物等作有系統之分析，與一般教本分列實驗手續於數處，使學生有顧此失彼之虞者有別。每一實驗之前，幾皆列有參考書數種，俾學生可於實驗前，先行閱讀，不特原理既明，而使實驗敏捷，問題亦易於解答，教學困難因而減少，亦漸可養成學生閱讀參考書之習慣。

本書所列各實驗，雖數度試用，然編者淺陋，疏忽之處，在所難免，尙祈國內同仁，不吝指教，俾可隨時改正，是幸。

1938年8月13日

一、課程之分配 按教育部規定，大學每學期為 132—136 日，計約 19 週。除註冊、期考及例假外，每學期正式授課，最多為 17 星期。現行制度，大學一年級學生又有暑期軍訓，故全年授課，為時最多亦僅 30 週而已。一年級化學實驗，每週兩次或三次，每次三小時。若平均每次完畢一個實驗計，總共實驗數亦不過 60 或 90。本書所有之實驗，為正常時期之教程，為數 103（備有選擇之餘地），其分配方法，當視各校之情形而異。其原則：

1. 化學系學生 應注重無機定性分析，而普通化學實驗之不十分重要者，或與定性分析關係較少者，可斟酌刪去。在十二月初，即可開始分析實驗，則定性分析篇不難完竟。

2. 非化學系學生 側重普通化學實驗，而定性分析部分，則做完陽離子章即足。

3. 選擇各個實驗時，須按實驗室設備之狀況。如某實驗，教師認為重要，但缺乏設備，則應先行購置，以免屆時不能工作，減掉學生之興味。

選擇及分配既定，即作一實驗日程，俾學生按序進行，庶無遲緩或不能完竟之虞。

二、習題之增添 本書除各實驗內所包含之問題，不另加固定習題。據編者個人經驗，若於每一實驗之尾，附加固定習題，則第一班學生習完此課程後，翌年第二班學生再採用該書作教本時，常發見有抄襲舊答案之弊，故本書不另加固定習題。但習題對於啓發學生之思想與測驗學生對於實驗情形及意義，是否明瞭，甚屬重要。切望採用本書之教師，斟

酌情形，隨時於每一實驗完畢後，擬出習題若干，令學生解答。如是，則習題年年更換，可使學生獲得解答習題，而免除疊相抄襲之流弊。

三、參考書 除本書所指定之參考書，必須購置，備作參考外，教師可斟酌情形，添購他種參考書或臨時指定有關之各種雜誌，令學生閱讀，務期引起學生對實驗之興趣並使其明瞭在作實驗時，作的是甚麼？爲甚麼這樣作？”。

四、問題之解答 教師對於實驗內及與該實驗有關之問題，或臨時擬定之習題，固應十分明瞭，但不可隨時代學生解答，養成學生之依賴性，及不自加思考之惡習。故遇學生發問時，不可直接解答，先令學生閱讀關於該問題之參考書，或只給以暗示。……如最後學生仍不明瞭時，始詳加解釋。

五、儀器及試藥之準備 在實驗前，教師應先詳閱該實驗所應需之公共儀器及特別藥品，一一準備後，再檢查一次，以免遺漏，致礙實驗之進行。

獻給學生

(計畫你的工作，工作你的計畫。)

一、實驗之重要 科學，尤以化學一科最重實驗，故有人稱化學為實驗科學（實際上各種科學皆重視實驗）。一切發明、發見，多由實驗而出。因此，又有人稱化學的演進，是從試管中出來的。一切原理、原則，非有實驗證明，不能存在。所謂科學家，科學方法、科學思想、科學態度、科學的人生……皆由科學實驗以養成。

學習實驗的惟一條件，是誠實。假若一個人無誠實的美德，常自造結果，即不配學習實驗，亦不配學習科學。故學生在開始學習實驗時，應抱絕對誠實之決心。

二、實驗須知 在未實驗前，先熟讀關於該實驗之參考書。縱無暇全讀，亦當擇其要者，選讀二、三種。再細閱本日應作之實驗教程。最後纔入實驗室，依教師之指導，按步實驗。

實驗時宜仔細觀察，遇有特殊之現象發生時，當自求解答。實驗教程中之問題，如有問號時，亦應自求解答。當時不能解答，待實驗完畢後，再閱讀參考書，以自求解答。萬一尚不能解答時，始向教師詢問，絕對不可毫不思索，一遇問號，即請教師解答。

實驗室之規則，教師之指導，應絕對遵守。

作實驗時，危險性甚大，欲避免危險，除遵守實驗教程所示方法及教師之指導外，尚應注意下列各點：

1. 插玻璃管於軟木塞，或橡皮塞中時，應特別留意。鑽孔時所用之鑽孔器，應與玻璃之徑大小適等。插入時，塞孔及玻管應蘸以水。玻管應用抹布或手巾包裹以免危險發生。

2. 盛液體之試管，加熱宜稍傾斜。管口不可向己，亦不可向人。
3. 易燃燒之物質，如二硫化碳、醚、苯及酒精等不可近火，若欲溫之，亦只可於水浴中間接加熱。
4. 教程中所指示之試劑，用時宜仔細，不可誤取。如氯化鉀而誤取氯酸鉀用之，則有爆炸之危險。
5. 遇有毒之物質，如 Cl_2 , Br_2 , H_2S , NO_2 , AsH_3 , PH_3 , HCN , ……，或直接加入，或因反應生成，試驗時應在通風廚中之行，萬不可吸之過多。研有毒之物質，如 NaCN , NaOH , KOH , ……時，應將研杵穿一有孔之紙蓋，緩緩搗碎之。
6. 燃燒試驗，如試驗氫之燃燒性，加熱於因反應而放熱之實驗時……面部不可逼近儀器。
7. 未獲教師許可，學生絕對不可任意試驗，免有意外危險發生。

三、實驗報告 實驗時所觀察各現象之結果、重量、計算及反應式……應一一記錄。用簡易之文字，寫一準確之報告。普通化學實驗報告，亦如定性分析，包括手續、觀察結果、及結論三端。惟手續一宗，不如定性分析之簡單，須略加說明，有時尚須加繪略圖。

寫實驗報告時，應在實驗期間。離實驗室前，應送交教師，以備修正。若有特別情形，不能即日交報告者，須得教師許可，并須交一數據稿 (data sheet)。

目 次

上篇 普通化學實驗

編

給教師

給學生

實驗

1. 預試工作	1
2. 物理與化學變化	4
3. 天平使用法	8
4. 組成不變律	11
5. 氧及其分子量	13
✓ 6. 鹼性氧化物	15
✓ 7. 酸性氧化物	18
8. 氫及分子式	21
9. 當量	25
10. 原子價	27
11. 水之硬度	28
12. 氣體定律	30
13. 溶液	34
✓ 14. 溶液之性質	38
15. 溶解度	41
16. 用冰點降低法測定分子量	44
17. 電離	46
18. 電離度	50

19. 離子反應.....	52
20. 電解及電量之測定.....	55
21. 氫離子濃度與指示劑.....	57
22. P^H 值與緩衝溶液.....	59
23. 製備標準溶液.....	62
24. 中和熱.....	64
25. 類膠體之製備.....	66
26. 類膠體之性質.....	70
27. 肥皂及其去污作用.....	73
28. 動植物之產品一——食物.....	75
29. 動植物之產品二——幾種工業產品.....	78
30. 煤之分析.....	80
31. 反應速度.....	83
32. 水解.....	86
✓ 33. 沈澱.....	88
✓ 34. 氧化還原.....	91
✓ 35. 錯離子.....	94
36. 雙性化合物.....	97
37. 碳氫化合物類.....	99
38. 酒精.....	101
39. 醋酸及醋.....	103
4. 酯類.....	106
41. 幾種普通有機化合物之定性檢定.....	108
42. 藍醇粉.....	110

43. 漂白粉及其漂白作用	113
44. 硫酸亞鐵墨水	116
45. 染色法(一)——直接染色	118
46. 染色法(二)——接觸染色	120
47. 銀鹽與照相術	123
48. 鐵鹽反應及藍晒圖法	126
49. 幾種簡單鹽類之乾法檢定	129
50. 土壤之機械分析	133
51. 土壤之化學檢定	135
52. 土壤之酸鹼性	137
53. 肥料	139
54. 黑火藥	141
55. 雷酸汞	143
56. 纖維素硝酸酯	145

下篇 無機定性分析

引論

第一章 陽離子之分析	151
實驗 1. 陽離子之分屬	153
2. 氯化銨屬之分析	155
3. 硫化氫屬之特性	158
4. 銅組與錫組之分離	160
5. 銅組之分析	163
6. 未知溶液 A 之分析	167

7. 錫組之分析	170
8. 未知溶液 B 之分析	173
9. 磷酸鹽之鑑定	174
10. 硫化銻屬之特性	175
11. 鋁組與鐵組之分離	177
12. 鋁組之分析	179
13. 鐵組之分析(一)無磷酸鹽存在	182
14. 鐵組之分析(二)有磷酸鹽存在	185
15. 未知溶液 C 及 D 之分析	188
16. 碳酸銨屬之特性	189
17. 碳酸銨屬之分析	191
18. 易溶屬離子之分析	195
19. 銨之鑑定	198
20. 未知溶液 E 之分析	199
21. 未知溶液 F 之分析	200
第二章 陰離子之分析	202
實驗 22. 陰離子之初步檢查	206
23. 陰離子之分屬	208
24. 硝酸鈣屬之分析	210
25. 硝酸鉍屬之分析	213
26. 未知溶液 G 之分析	215
27. 硝酸鋅屬之分析	216
28. 硝酸銀屬之分析	219
29. 未知溶液 H 之分析	222

	30. 易溶陰離子屬之分析	223
	31. 硝酸根之鑑定	225
	32. 未知溶液 I 之分析	227
第三章	系統分析	228
實驗	33. 未知物 I (固體混合鹽) 之分析	231
	34. 未知物 II (合金) 之分析	235
	35. 未知物 III (礦石及礦物) 之分析	238
	36. 不溶物之分析	239
	37. 矽酸鹽之分析	242
附錄	一 飽和水蒸氣壓力	244
	二 氣壓之校正	244
	三 電離度	245
	四 金屬元素之活動序	246
	五 溶解度積數表	247
	六 普通化學實驗所需之試藥	249
	(一) 實驗桌架上所應置之試藥	249
	(二) 各實驗所需用之特別試藥	249
	七 無機定性分析試劑之製備	250
	(一) 置於桌上者	250
	(二) 置於試劑架上者	252
	八 試液之製備	256
	(一) 陽離子	256
	(二) 陰離子	258
	九 未知試樣之製備	259

十 溶解度表.....	262-263
十一 儀器	263
十二 常用元素之原子量表	265

實 驗 1.

預試工作(Preliminary Exercises)

I. 檢點儀器 按照指定桌位，將儀器櫃啓開。先將儀器單取出，細閱一過，然後將所有儀器取出，按單所載，逐一檢點。遇有破傷或不完整者，另置一旁，如缺少某物，即作一記號，俟無傷而完整者納入櫃中及抽屜內後，即行向教師報告，以便向儀器室更換及添補。

檢點既畢，再仔細校對，如無訛誤，即於儀器單上簽名，送交教師或發給室。以後若有遺失，或損壞等情，則由借者負責。

II. 本生燈(The Bunsen Burner) 先請教師說明本生燈之構造及其使用法，後按法試之。

用橡皮管聯本生燈於煤氣管上，將煤氣管啓開，用火柴燃之。漸次將氣孔旋開，燈焰如何？將氣孔全開，燈焰有何變化？繼將氣孔旋閉，燈焰與前有何不同？以盛水之瓷皿置於焰中，結果如何？用本生燈作生熟燃燒器，應旋轉制氣箍，使空氣攪進適宜，而得一無聲無光之焰。

燈焰何部較熱？何部較冷？有何法證明？何爲氧化焰？何爲還原焰？畫一燈焰略圖，并說明其構造。

III. 玻璃工作(Glass Working)

(一)切斷玻璃管 平放玻璃管一根於桌上，左手緊持之，右手用三角銼之一邊按所欲切之處，向前或向後一拉，(不可用力過大，何故？)再用兩手握玻管，使兩拇指背切痕，幾連一起，輕用力拉折，(何故？)管即折爲兩段。若管不斷，可用銼向舊痕再銼二、三次，照前法拉折。

持拉折之玻璃管，使與桌面成 45 度角，放於燈焰內，使漸熔化至斷口滑圓時止。

截玻璃棒及使其滑圓，亦用上法。

(二)彎玻璃管 置魚尾燈頭(wing-top)於本生燈上，使燈焰成魚尾形。兩手持玻璃管順魚尾放入焰內，徐徐轉動，使受熱均勻，待玻璃管變軟時，取出彎之。所彎之角，宜為鈍角(圖一，*a, b*)，勿為銳角(圖一，*c, d*)。(何故?)

持玻璃管於本生燈焰中，燒時不動，即在火焰中彎之，結果如何?

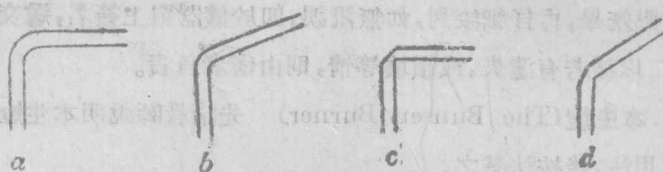


圖 一

(三)拉尖玻璃管 將玻璃管一端5-6厘米(cm.)處，置於高溫度燈焰中，連續轉動，待管壁變厚，管孔縮小時(圖二，*b*)，取出持平向外拉至適合所得之管孔大小(圖二，*c*)。由狹處切斷，用小燈焰滑圓之。

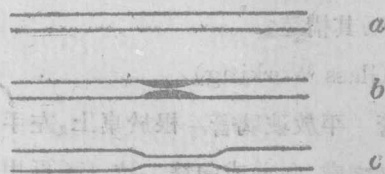
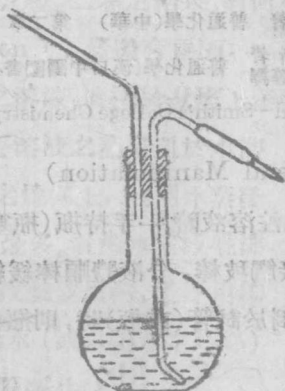


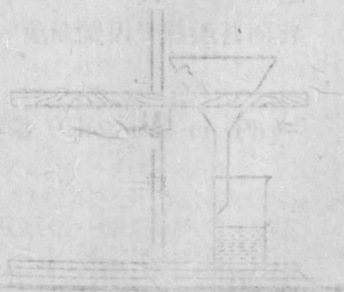
圖 二

IV. 洗瓶 (The Wash Bottle) 上言之玻璃工作既熟練後，可按照圖三，製一洗瓶。取500 c.c. 平底燒瓶一只，配以雙孔橡皮塞，一孔插噴水管，一孔插吹氣管。洗瓶既製就後，試其漏氣否。(何法?)

使用洗瓶時，裝水至 $\frac{2}{3}$ 滿，用左手持瓶頸，右手之食指及中指夾持橡皮管，於是自吹氣管中吹氣入瓶，瓶內之水，受氣之壓力，即從噴水管尖端噴出；同時運用兩指，使噴出之水前後左右運動；不動時，則噴出之水，應成一長條，前後不斷(?)爲宜。



圖三



實驗 2.

物理與化學變化(Physical and Chemical Changes)

參考書

布林克利著 常伯華譯 普通化學原理(正中) 第一章

戴明著 普通化學(中華) 第二章

荷姆斯著 王箴等譯 普通化學(漢口中國圖書公司) 第一章

Kendall-Smith's College Chemistry, Chapter II.

I. 簡單手法(General Manipulation)

1. 傾注溶液 傾注溶液時，一手持瓶(瓶塞挾於中指與食指間)，一手持玻璃棒，使瓶口接觸玻璃棒，令液體順棒緩緩下流於受器(receiver)中。若將液體自瓶中倒於試管(或瓶)時，則瓶口應輕挨管口，使液體順管壁緩緩流入。

2. 過濾(Filtration) 取濾紙一張，先對摺，再重摺之，使成一象限。濾紙之大小，因洗滌之多寡而定，以最小為適宜。(何故?)摺成後，置於大小適合(即濾紙邊應較漏斗口略低)之漏斗中，展開之，使其一方一層，一方三層，然後由洗瓶噴水少許，使其潤濕，以指輕按一周，務令紙

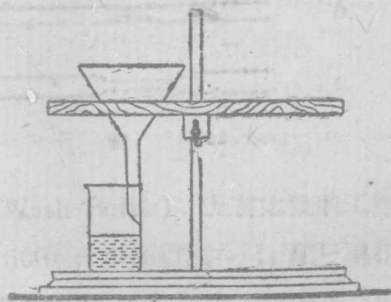


圖 四

與漏斗貼合，勿留空隙。(何故?)

置配就濾紙之漏斗於漏斗架上，使漏斗柄輕靠受器之壁(?) (圖四)，然後照上述之傾注溶液法過濾。

照上所述過濾兩次：第一次謹遵上法；第二次使濾紙不與漏斗壁貼合，漏斗柄亦不輕挨受器之壁。二者之結果，有何不同?

3. 蒸發 (Evaporation) 蒸發有兩種：一種是直接的，即蒸發皿 (evaporating dish) 中之溶液，直接於燈焰上蒸發使乾；化學上不常採用。一種是間接的，乃置盛溶液之蒸發皿於水浴 (water bath) 或盛沸水之燒杯上，利用水蒸發之熱而蒸發之；此法應用最多。置於水浴或盛沸水之燒杯上時，應用火柴或細玻璃棒，最好用細孔玻璃管，置於蒸發皿與水 (或盛沸水之燒杯) 之間 (圖五)，始不致有危險發生(?)。



圖 五

4. 液體在試管內加熱 用試管夾，將盛溶液之試管挾緊，置於燈焰中熱之。熱時應不斷的轉動，使管壁受熱均勻(?)。且熱時應自溶液上部漸向下部加熱(?)，但不可加熱於無溶液之部分 (圖六)。管口方向，不可向己，亦不可向人，免液體因受熱過甚而衝出，致受燙傷。

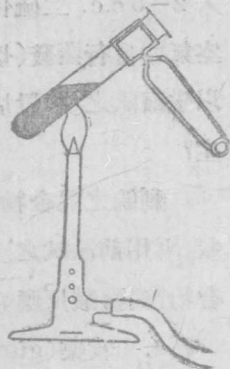


圖 六

II. 化學或物理變化 (Chemical or Physical Changes)

1. 向儀器室索取鎂帶一根 (長約 3-4 毫米)，以鉗挾之，細察其色澤、形狀、……。後置於燈焰中，待其燃着時，取出察其白光 (鎂光)。俟