

高等学校教学用书

普通化學實習

С. А. БАЛЕЗИН等著
南開大學無機化學教研組譯

高等教育出版社

高等学校教学用书

普通化学实验

C. A. 巴列迅, E. C. 拉苏莫夫斯基, A. И. 斐里科夫
南开大学无机化学教研组译

高等教育出版社

本書系根据苏联化学出版社 (Госхимиздат) 出版的巴列迅 (С. А. Базелин)、拉苏莫夫斯基 (Г. С. Разумовский)、斐里科 (А. И. Филько) 合著的“普通化学实習” (Практикум по общей химии) 1946 年版譯出。原書經苏联人民委员会高等教育委员会审定为师范学院教学参考書。

本書共包括四十六个課題,其中有一部分为課堂作业,另一部分为实验。

参加本書的翻譯和校訂工作的为南开大学化学系无机化学教研組申泮文、馬維、姚允斌、李謙初、楊韵娜、周秀中、梁正嘉、刘友玖、李义方、宋銀柱、史慧明、戴树桂、蘇緒玲、潘靜芬等同志。

本書原由商务印書館出版,自 1959 年 4 月起改由本社出版。

普通化学实習

С. А. 巴列迅等著

南开大学无机化学教研組譯

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺 7 号

(北京市书刊出版业营业許可証出字第 034 号)

上海新华印刷厂印刷 新华书店发行

統一書号 13010·601 开本 850×1168 1/32 印張 7 2/16

字数 183,000 印数 1—1,000 定价(4) ¥ 0.85

1954 年 1 月底第一次版 (共印 15,000)

1959 年 4 月新 1 版 1959 年 4 月上海第 1 次印刷

原 序

這本實習教材是根據著者們在莫斯科國立列寧師範學院自然科學系多年工作經驗而寫成的。此教材的特點是其中除了包括各實習課題之外，還對每一實習課題提供了理論介紹，以及一些作業材料。

理論介紹部份應該能使學生的注意力集中於與實習課題直接有關的教材上，來保證學生達到最低限度的準備，使能被允許到實驗室去工作。當然，這些簡短的介紹無論如何也不能代替對教科書中有關章節的深入研讀。

全部實習計需 100 小時的實驗室工作和課堂討論。每一實習在作了必要的預習的條件下計需時間二小時。要使每一實習都能被理論和實際材料所滿足，那就要求教員和實驗室管理員有特別仔細的工作，例如組織學生的實習位置，事先檢查學生們對實驗工作的準備程度和核對他們工作的最後結果。

本教材曾經莫斯科國立列寧師範學院無機化學教研室的教師們：B. B. 斐里特，M. Ф. 李奧金，C. K. 諾維科夫和 C. Д. 斯莫林娜等人核驗過。

著者們謹向參加準備出版本教材工作的同志們致以深切的感謝。

在著者們之間本教材的編撰工作是如下分配的：

C. A. 巴列迅完成的工作為 I, V, VIII, XII, XIV, XX—XXIII, XVII—XXIX, XXXII, XXXIV, XXXVII, XXXVIII。

Г. С. 拉蘇莫夫斯基—IV, VI, VII, IX—XI, XIII, XVII—XIX, XXIV, XXX, XXXV, XXXVI, XXXIX, XLVI。A. И. 斐里科—II, III, XV, XVI, XXIV, XXV, XXXI, XXXIII, XL—XLV。

總編輯工作是由 C. A. 巴列迅擔任的。

本書乃是著者們所著的“無機化學實習教材”(化學出版局,莫斯科, 1943)的第二版本,後者與前者比較,改動不大。僅在排印錯誤和不妥善處作了一些修正。

著者

目 錄

原序

I. 緒論.....	1
II. 化學反應的類型.....	12
III. 氣體定律.....	14
IV. 測定鎂的當量.....	19
V. 藉氣體的比重測定分子量.....	22
VI. 原子量的測定.....	26
VII. 化學式.....	29
VIII. 氧.....	37
IX. 酸與鹼的製備.....	42
X. 鹽的製備.....	46
XI. 依據化學方程式的計算.....	51
XII. 氫氣.....	55
XIII. 過氧化氫.....	59
XIV. 質量作用定律.....	61
XV. 溶液.....	65
XVI. 百分溶液、克分子溶液及當量溶液的配製.....	68
XVII. 電離.....	79
XVIII. 電解質溶液中的化學平衡、溶度積.....	85
XIX. 氧化-還原反應.....	89
XX. 氯和氯化氫.....	97
XXI. 氯的含氧化合物.....	101
XXII. 溴和碘.....	104
XXIII. 硫和硫化氫.....	107
XXIV. 二氧化硫和亞硫酸.....	111
XXV. 硫酸和硫酸鹽.....	115

XXVI. 催化作用	118
XXVII. 氮和氨	121
XXVIII. 氮的含氧化合物	125
XXIX. 磷	130
XXX. 水解	133
XXXI. 砷、銻、鉍	136
XXXII. 碳	142
XXXIII. 矽	150
XXXIV. 膠體溶液	153
XXXV. 錫和鉛	159
XXXVI. 硼和鋁	163
XXXVII. 鎂和碱土金屬	168
XXXVIII. 碱金屬	171
XXXIX. 銨合物	175
XL. 銅和銀	179
XLI. 鋅和鎘	186
XLII. 汞	190
XLIII. 鉻	193
XLIV. 錳	198
XLV. 鐵、鈷、鎳	202
XLVI. 無機合成	208
作業答案	216
附 錄	218
表 1 化學元素的原子量	218
表 2 水蒸氣壓力	219
表 3 鹽和酸在水中的溶解度 (18°C)	219
表 4 不同溫度下鹽在水中的溶解度	220
表 5 酸和碱的百分濃度和比重	221
表 6 酸、碱和鹽在水溶液中的電離度	222
表 7 鹽和碱的溶度積	222

I. 緒論

1. 實驗規則和技術

在進行化學實驗時，必須嚴守下列規則：

1. 預先閱讀教科書中有關的章節和聽課時所寫下的筆記。
2. 在課下閱讀實驗教材，對前面的介紹部份要予以應有的注意，因為在那裏提供了必要的理論資料。
3. 在實驗中應該確實遵守實驗指導內所指定的規則和實驗次序。
4. 在還沒有將儀器裝置好和加以檢查之前，不要開始實驗。
5. 遵守一切必要的預防措施（使用通風櫥，謹慎的處理易燃的和有猛烈作用的物質）。
6. 進行實驗時，細心注意實驗的過程和準確地記下所發生的一切變化。
7. 在實驗之後應立即將所有觀察結果，以及和反應有關的反應式都記錄在報告本上。

在寫報告時最好依照下列的格式：

日期.....

實驗名稱.....

實驗的內容 儀器裝置圖	觀察，反應式， 計算。結論	備 註
----------------	------------------	-----

8. 當實驗終結後，把所在的工作地點整理清楚。

9. 在課下解答練習題。

2. 煤氣燈

在實驗室裏加熱操作常使用如下各種儀器：酒精燈和煤氣燈、電爐和電熔爐等等。

在實驗室裏最常用來為加熱之用的是煤氣和電流。

如實驗室中備有煤氣，則在加熱操作中常用本生或托氏煤氣燈。

可燃氣（煤氣）沿着帶有氣門的導管輸送到實驗台上，用橡皮管和煤氣燈相聯。

煤氣中含着有毒的雜質（它的燃燒產物却是無害的），因此絕對不許可把煤氣放出逸散到室內。不用時一定要注意氣門是否關緊。煤氣有着特殊的氣味，所以當它從鬆弛的氣門中漏出時是易於察覺的。

本生燈的構造有如圖 1 所示。為了熟悉此燈的構造，可以拔去管 A，就可看到煤氣通路的出口 B，空氣通過管 A 和鐵環 C 的通氣孔而進入燈中。轉動鐵環的孔，能夠將它完全關閉或依不同的程度開放，藉以調節空氣的輸入。

托氏噴燈（圖 2）較本生燈更為完善，它不僅能精確的調節空氣的

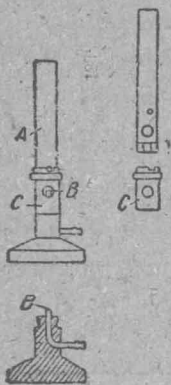


圖 1 本生燈。

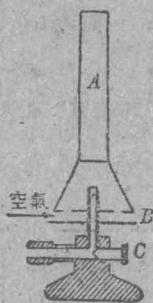


圖 2 托氏燈。

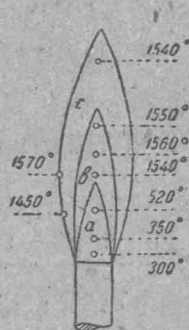


圖 3 煤氣燈火焰中的溫度分佈。

入口，並能同時調節煤氣的輸入量。煤氣的調節是靠着氣門 C 。空氣經過管 A 的錐形底部和盤 B 間的孔隙而進入管 A 中。

轉動盤 B 就能夠改變孔隙的寬度並因而調節了管中空氣的流入量。

當煤氣完全燃燒時，可以得到最大的熱量，這時生成無光的火焰。但當空氣不足時，煤氣燃燒不完全；這時會析出碳質，它部份的燃燒並造成光亮的火焰。

當關閉空氣入口時，火焰即變為煙。

不發光亮的火焰(圖 3)可以分為三個錐形的區域：

(1) 內層 a ，在這裏空氣和煤氣進行混合，但並未完全引燃。

(2) 中層 b ，在這裏煤氣作不完全燃燒；由於煤氣的組份分解為含碳產物在這裏燒熱，這部份的火焰具有還原性。

(3) 外層 c ，在這裏煤氣完全燃燒；由於過剩的空氣中的氧，這部份火焰具有氧化性。

在圖 3 中指示了煤氣火焰中各部份的近似溫度。

燃點煤氣時，須在開放煤氣數秒鐘後和空氣輸入不太大時燃點，然後再調節空氣入口以使火焰不發亮光。

如果通入煤氣時，空氣入口大開，並在通煤氣的同時用火來燃點管 A ，那麼有時就會得到所謂的“回縮火焰”：煤氣在氣孔 B 處立即引燃(圖 1)，而在正常情況下，煤氣應在管 A 的上端引燃，而不應在管的內部燃燒。

在實驗的工作過程中，是可能遇到回縮火焰的。當有回縮火焰時：

(1) 能聽到特殊的響聲；

(2) 外層火焰很細並常常帶綠色(銅蒸汽的焰色，如果燈管 A 是銅製的)；

(3) 燈上鐵環 c 強烈的發熱。

(4) 發出煤氣未完全燃燒時所生成產物的臭氣味。

燈頭如果發生回縮的燃燒現象，應立刻把氣門關閉，予以熄滅，然後再重新開放氣門，等放氣數秒鐘後再把燈引燃。

如果回縮現象未能及時發現和燈上鐵環發了強熱，那末就需要等它變冷後再重新點燃。

3. 化學容器及其使用

在化學實驗中物質的加熱一般的是在薄的特殊玻璃容器，即所謂“化學容器”內進行。此種玻璃較普通玻璃能更好的耐抗高溫。最常用的玻璃容器有玻璃試管、燒杯、曲頸甌、燒瓶（圖4,5,6,7,8,9）。

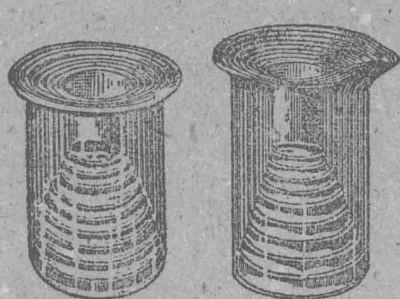


圖4 燒杯。

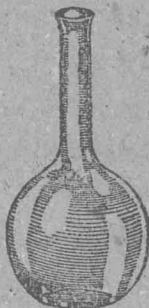


圖5 平底燒瓶。



圖6 圓底燒瓶。



圖7 洗瓶。



圖8 錐形燒瓶。





圖9 曲頸甑。

除了玻璃容器之外也常常使用磁製容器，例如蒸發皿和坩堝（圖10,11）。

當加熱時爲了要把容器固定的懸起，常利用帶鐵環和鐵夾的鐵架（圖12）。



圖10 磁蒸發皿。



圖11 磁坩堝

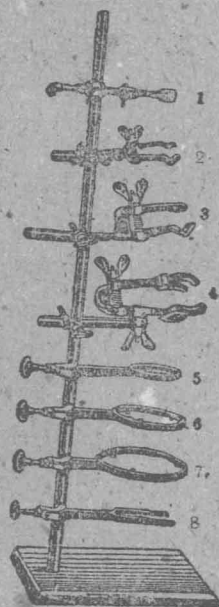


圖12 鐵架和附件：

1,2—小鐵夾；3,4—大鐵夾；
5,6,7—鐵環；8—鐵叉。

在加熱時爲使玻璃容器（燒杯，燒瓶）不致破裂，時常是把它們放置在帶石棉的金屬網上（圖13）。

磁製的蒸發皿和坩堝，還有玻璃製的曲頸甑和試管通常都是在“直

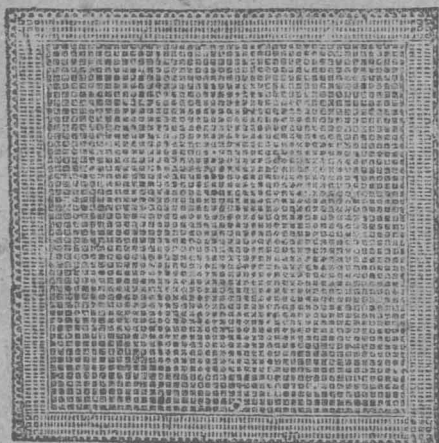


圖 13 石棉網。

接火上加熱”(即不用金屬網)。當玻璃製的曲頸甌和試管要加熱時，應先將燈焰頂端放在試管或曲頸甌底下小心的溫熱起來。

試管若不是長時期的加熱，可以不必把它固定在鐵夾上，而是把它持在手中；如果需將試管中液體熱至沸騰，那麼就把試管夾在木試管夾上(圖 14)。



圖 14 試管夾。

在磁坩堝中進行灼燒時，要把它放置在泥三角架上(圖 15)。

蒸發液體時則通常使用磁蒸發皿。

化學容器，尤其是玻璃器皿，當強熱之後，不得放在冷的鐵器表面上和桌子的漆面上，並不得和水接觸。但盛有沸騰的水或溶液的容器可以浸入冷水中，或在水龍頭下用水來沖冷，但要注意不要讓水滴落到未被液體裝滿的容器壁上。在試管中加熱液體時，不要在液面之上的試管壁上加熱，也不要僅在試管底上加熱。在後一情況下液體可能會

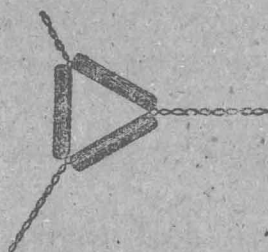


圖 15. 泥三角。



圖 16 熱水鍋。

賤出。試管中裝滿着液體的部份應該用火焰均勻的加熱。

當在低於一定溫度之下保持繼續加熱時，可以使用水浴，油浴和砂盤（圖 16）。

作實驗所用的容器都應該是清潔的。洗滌這些容器通常用自來水和特殊的刷子，然後再用蒸餾水沖洗幾次。如果容器很髒，可以在水中加入少許鹽酸。洗過的容器應翻倒過來使底向上，放在架上候乾。如果需要迅速的將容器弄乾，可以用烘箱，在每一個實驗室中都會有烘箱的。

使用薄壁的容器需要小心，尤其是在使用燒杯時需要更加仔細。

4. 紀普氣體發生器

紀普氣體發生器乃是化學實驗中常用儀器之一，它是用來製備許多種氣體的，最常用來製備 H_2 , CO_2 和 H_2S 。紀普發生器（圖 17）是由容器 A 和大的球形漏斗 B 所組成的。

漏斗 B 的容量足夠容納注入儀器內的液體的大部份。

在容器 A 的上部裝入固體物質 (Zn , $CaCO_3$, FeS)。在漏斗中注入液體 (HCl 或 H_2SO_4 溶液)；液體自此處沿着垂直的漏斗管進入到容器

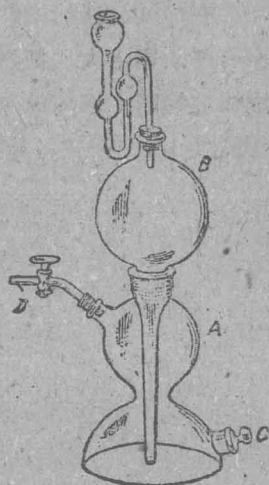


圖 17 紀普發生器。

的底部。

下面的容器在其頂部有一出氣管 D ，而在其底部有一放出廢液的管子 C 。

當出氣管 D 的活塞打開時，充滿在容器底部的液體就昇上和固體物質相接觸並開始發生氣體。

將管 D 的活塞關閉時，氣體將液體壓回漏斗中，反應即行停止。

5. 過濾

爲了要將液體中的固體微粒和液體分離，可以採取過濾的方法，即如將混懸的液體通過多微孔性的物質——木炭，沙子等等。在實驗室操作中則常用濾紙，濾紙只能讓水或其他液體物質自由通過，而固體物質則留存在濾紙上面。液體通過濾紙而與懸浮在其中的微粒分開的方法，就叫做過濾。

在準備過濾設備時，剪取一塊四方形的濾紙，它的邊長約有所用漏斗直徑的兩倍大。把這四方形濾紙對摺成四層，如圖 18 所示。然後把這複疊的四方形剪成扇形並張開四層中的一頁。把所得的紙漏斗放在玻璃漏斗上，使它的邊緣略低於漏斗的口。濾紙應該嚴密的貼附在玻

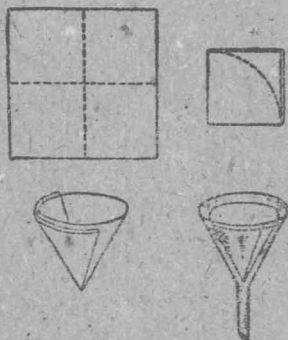


圖 18 摺濾紙法。

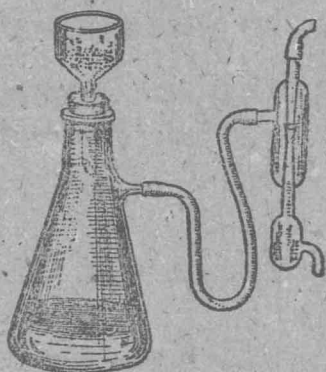


圖 19 用布氏漏斗過濾。

璃漏斗上，爲此可在進行過濾之前把濾紙用水浸濕，用手輕輕的把它壓到玻璃漏斗上。

在過濾操作中最便利的是使用布氏漏斗，它被裝置在“抽濾瓶”上，用水壓抽氣管自瓶中抽出空氣（圖 19）。從圖上可以看到，布氏漏斗有一多孔的隔板；在其上用一張濾紙把它鋪滿，然後用水把濾紙浸濕。在水壓抽氣管的作用下，濾紙下的氣壓降低了，在濾紙上則得到較高的壓力，因此液體就迅速的從濾紙穿過。

6. 衡重

天平是每一實驗室必需的用具。最常用的是藥劑天平和普通化學天平，它們被用來作準確到 0.01 克的衡重工作。它們都有一橫樑，在橫樑的當中裝有一刀口，此刀口則停架在支柱上或懸架上。在橫樑的兩端也各裝有一刀口，在它們的刀上懸掛着天平盤。在橫樑中間裝有指針。爲了避免刀口很快的被用壞，當天平不使用時或盤上所放砝碼過重時，常藉天平上的一種特殊設備（升降樞）使刀口不和支架相接觸。

每一架天平附有一套砝碼，裝在一只盒子裏，每一個砝碼在盒中有一個槽孔位置。

衡重工作永遠要在一定的規律下進行，藉以保證衡重的正確和砝碼的良好保持。

在開始衡重之前，需要檢查一下天平是否處於平衡狀態。爲此目的，小心的轉動升降樞的旋扭並觀察指針的擺動。

如果指針的擺動自天平底部的刻度牌中間刻度到一方或另一方的偏度，相差不到一度，則這天平可以認爲是均衡的，否則應該請教師來



圖 20 普通化學天平。

幫助修正。

檢查過天平是否平衡後，即可開始作衡重工作。

要測定重量的物體放在左方的天平盤上。粉狀或晶體物質則應放在小燒杯中來衡重。要求物質的淨重時先稱定物質和容器在一道的重量，再稱定單獨容器的重量，依其差數即得到取用物質的重。砝碼要放在右方的盤上。砝碼應該用鑷子來鑷取，放在天平盤上應有一定的次序；在每一操作中（把砝碼放在天平盤上或拿開）必須放下天平的升降樞。開始時先取用大的砝碼，然後依次加小的砝碼。如果取用的砝碼太大，那麼就將砝碼拿開放回盒中，然後取用下面小一些的砝碼。當取用的砝碼過小時取用依次大一些的砝碼。就用這樣的方式依次的取用所有越來越小的砝碼，使天平達到了平衡位置，此後依照砝碼盒中的空位記錄下稱量物品的重量。將砝碼自天平盤上拿下時再記錄下它們的重量，以便核對第一次所記錄的重量。

當測定重量時應該嚴格遵守下列規則：

1. 不要在天平盤上放置熱的、濕的或不潔的物品。
2. 不要把稱量的物質直接放在天平盤上。
3. 稱量的物品應放在左方的盤上，砝碼則放在右方盤上。
4. 從砝碼盒拿出砝碼與自天平內將砝碼放回原盒時，總是只能用鑷子來夾取；並在任何情況下，不得將砝碼放置在桌子上。
5. 不得從別的砝碼組內借用砝碼。如果在均衡一物質時，任一組砝碼還不夠用，這就說明在衡重時沒有遵守使用天平的規則。
6. 在同一實驗中，對各種物質的依次稱量，必須在同一天平上用同一付砝碼來衡重。
7. 稱完後，一定要把天平的升降樞放下，在天平上並不得遺留任何物品。
8. 在工作完了後，檢查一下天平和砝碼是否已完全按置就緒。