

家庭化學家



趣味中心

正中科學知識叢書

家庭的化學家

余天希編譯



正中書局印行



版權所有  
翻印必究

中華民國二十六年二月初版

家庭的化學家

全一冊 實價國幣六角五分  
(外埠酌加運費匯費)

編譯者 余 天 希

發行人 吳 秉 常  
南京河北路本局

印刷所 正 中 書 局  
南京河北路童家巷口

發行所 正 中 書 局  
上海 福州路  
南京 太平路

( 697 )

## 原 序

家常化學，把一種無比的迷戀，給與具有好奇心的人們。因為沒有別的嗜好，更能使業餘研究學問的人，去學習我們現代世界裏那些使人驚奇的奇蹟和神祕。

為幫助家庭實驗者起見，“通俗科學月刊”，編輯這本家庭化學家的手冊，希望這本書在組成家庭實驗室裏的軟木塞、玻璃瓶管的亂堆中，做一個可貴的指導者。

本書所包括的新奇的實驗，和有用的資料，都是在審慎地研究了一切可利用的材料以後而選擇的；這表示着曾就家庭化學家的範圍以內，有了數年真實研究的結果。

因為要使本書的範圍廣闊，關於日常應用的化學，並沒有刪去任何一部份。本書用新奇的實驗，來教導普通化學藥品的應用；用簡單家製的器具，來敘述工業上有價值的製造方法；用精密的試驗，來表示着分析日常物質的方法；還用容易

的方法和公式，表明化學藥品和簡單的物質，可以低廉的方法製造。

本書的第一部份，充分敘述怎樣建立一個家庭的化學實驗室，為幫助初習者着手之用。各種簡單器具，都有說明，而且並不需要多大的費用；整個的實驗室，可以用要拋棄的玻璃瓶和零星雜物去造成。一個業餘研究者，把本書所述的各種設備，都備齊了以後，便可進行他的工作，保證當有結果，出品精美，大可應用。

本書除了化學的實際應用之外，還包括豐富的化學幻術和魔術，以供娛樂。家庭化學家，有了牠們，便能使他的朋友們驚奇，同時又能洞悉那些表面上很天真的各種液體和粉末的奇異作用。

## 譯 者 序

在物質文明先進的美國，有“通俗科學月刊”社，編印這本“家庭化學家”，目的在引起他們國內業餘研究化學者的興趣，教他們怎樣自備實驗室，先做簡易的實驗，將來自會更進一步去探討這操着我們人類生死之權的化學。用意很深，是值得我們注意的。

祇要看無線電的業餘研究，在我國已有相當的成績，以同樣的熱心，加到化學上面，安知我們不會有同樣的或更好的成績？為適應這種需要起見，敢將原書譯出。

其次，我還有一個附帶的目的，是貢獻給中學生的。如果他們可以得着自己動手去做實驗的機會，這本書裏，就有很多的實驗，值得利用學校裏的實驗室去做的。我深信化學教師，採用本書為實驗參考本，可增教學的效能。

在末一章，可以找着幾種本輕的化學製造品的製法。例

如，圖書館用的漿糊，轉印圖畫的溶液、墨水等，都可以成爲家庭工業的出品。這是本書的一般讀者，可嘗試的。

因爲我們的環境，不像美國的，所以書裏關於設備方面，在美國是家常的，易於購置的，在我國或許還是新奇的，就地辦不到的。我以爲與其一件一件很費時間去自製，如書中所述，還是向中華教育用具製造廠購辦，來得便利，價目或較自製更廉。

我兒慶康，費去了多日讀書的光陰，爲本書製圖八十三幅，並謄清大部份的譯稿，助我殊多，應附誌酬勞。

余天希廿五年七月於上海



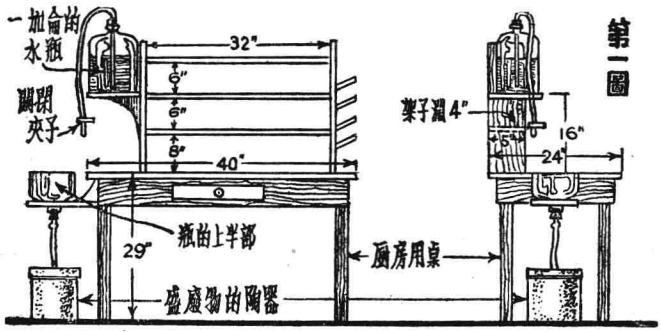
# 目 次

第一章	家庭化學實驗室的佈置… … …	…1
第二章	金屬的化學遊戲… … …	…31
第三章	氣體的遊戲… … …	…43
第四章	簡單物理化學實驗… … …	…72
第五章	電化學的實驗… … …	…86
第六章	簡單的化學試驗… … …	…103
第七章	化學幻術和化學魔術… … …	…113
第八章	家庭實驗室裏的戲法… … …	…120
第九章	家庭實驗室的實用… … …	…144

## 第一章 家庭化學實驗室的佈置

要在家裏實驗化學，你需要一隻實驗化學用的長桌——即使是一塊木板，釘在一隻裝貨物的箱子上面，做成架子，也可以的。化學實驗，有時是有些雜亂的。舉個例來說，譬如你正在燒熱試管，偶然沸騰，管裏所裝的物質便會溢出而使火焰熄滅。在做電化學實驗的時候，你要把接着乾電池的電線，通到化學藥品的溶液裏。有時候，截短的瓶管，有加以複雜裝置的必要。而且，時常你要留下你的器具過一夜，或較長的時間，方才可以繼續幾種未完的實驗。所以你要有一處可以便利工作的地方，不致加任何危險於地毯，傢具，或其他家用物品之上。

**一隻簡單的化學實驗桌** 廚房裏一隻舊桌，就很好做化學實驗桌。當然，你需要架子，去放那些逐漸加多的貯化學藥品的瓶子，即使開始的設備，祇有從玩具店裏買來的一小套東



第一圖

西。用兩塊 5 吋闊 24 吋長的木板，豎直釘着底邊，在桌子的兩端，做成架子。架子的裝置如第一圖所示。架板鋸成 4 吋闊，裝在兩塊豎直的木板之間。下層一格，最好做成 8 吋高，預備可以放下這樣高低的瓶子。起初，你或許沒有這樣大的瓶子，可是，等到你已經開始認真地實驗的時候，你必定要買一大盒的硫黃華(Flowers of sulphur)，一罐鹼(Lye)，一罐漂白粉，一包酵粉，和洗濯蘇打。這幾件東西，在實驗桌上，要佔着很大的地位，所以第一格的 8 吋間距，放這些東西，地位正好。第二格的底面，和第一格的正面之間，應有淨距約 6 吋；其次推到第三格的距離也相同。架板闊 4 吋，能夠安全地載着裝有普通化學藥品一磅重的瓶子，不致有墮下的危險。架板的欄條，可以不要。支持架子的兩塊豎板，可裝 L 形的撐

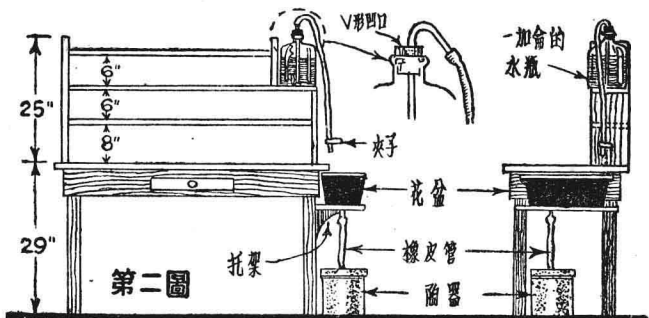
條，在桌子的上面。這樣做，可以免去敲釘到桌面的硬木裏的必要。

**水的供給** 水的供給，是每間化學實驗室所必要的。假使你不能把你的長桌，放在一個連接水槽的淺皿或其他接水的裝置的附近，你可以在上層架上，裝置一隻一加侖的水瓶。這裏面的水，可以用來調製溶液，但是不能供給充分的水流，作有水套的冷凝器蒸餾時之用。容量是一加侖大小的醋瓶或裝蘋果汁酒的瓶，適宜於這種用途。瓶子的軟木塞，要鑽一個孔，裝入一根通到瓶底的曲玻璃管。在瓶外部的玻璃管的末端，應向下彎曲，附裝一條末端有夾子的橡皮管。在軟木塞的另一旁，還要鑽一個孔，讓空氣流到瓶裏。把橡皮管放在嘴唇上一吸，便能使這玻璃管和橡皮管所成的虹吸管充滿着水；這樣做了，此後無論什麼時候，只要放鬆夾子，水便可以從橡皮管的末端流出來。又安置水瓶的架子，要用一根塗過黑漆的鐵質托架來支持。在這架子下面的地位，可放洗瓶（令氣體通過液體以洗淨氣體的瓶）和瓶架等。

放在實驗桌下約一加侖容量的陶器，是收盛無用的液體，用過的濾紙，和鑽出的軟木屑等等的良好器具。第一圖表示一個瓶的上半段可以倒置，用作漏水到陶器裏去的淺皿。這

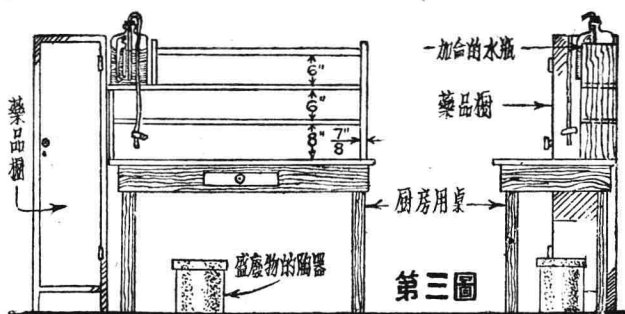
瓶頸，倒套在長桌末端鑽了一個小孔的架子上面。瓶口要裝置一個鑽了孔用來容一根很粗的玻璃管的軟木塞，在玻璃管的外面，要套上一條通到陶器裏去的橡皮管。這樣，液體可以倒在這淺皿或半節瓶裏，由這裏再流到陶器裏面去。試管，甚至於燒瓶和燒杯，都可以利用上面瓶裏的水和下面廢物收盛器，來加以洗滌。潮溼的玻璃器具，可以套在長桌右邊の木釘上去透乾。用具即使沒有乾，也可以套在上面。但不要油漆那些木釘，讓牠們留着木材的本來面目。

窗前裝飾用的小花盆，裝在實驗桌的末端，也是收盛無用液體的好器具（見第二圖）。這種廢物收盛器的式樣，特別適用於有接水的裝置可以利用而沒有連接水槽的淺皿的地方。這電鍍過的花盆裏層，應該塗幾層地瀝青，藉以避免酸類或其



他有腐蝕性的化學藥品的侵蝕。你可以在這盆底上鑽一個孔，用一根金屬管鉚在這孔中，再用一條橡皮管連着這金屬管，把無用的液體帶到一個陶器裏面去。假使通到陰溝的漏水管上，有適宜的防臭瓣，這管子可以接到通陰溝的管子裏。假使沒有便利的通陰溝的裝置，那末，必須要注意，要時常把這陶器中所積的東西倒去。

**貯藏化學藥品的櫥** 分部商店傢具部所出售的金屬櫥，最適宜於貯藏各種化學藥品，和實驗化學用的玻璃器具。第三圖表示一隻實驗桌和一隻金屬櫥接近的方式。當然，倘若使長桌光亮的窗，在長桌的左邊，那末這櫥自然要放在桌的右邊，使得這裏面的東西，時常可以看得清楚。金屬櫥是貯藏化學藥品的安全地方，因為有防火的特色。



**木工的保護** 假使你自己做實驗桌，那末架子不可以超過 32 吋長，除非你在牠的中央，裝一個支撐，以防止下陷。這種長桌，最好高約 29 吋或 30 吋；闊 28 吋至 30 吋。桌子腳有 2×4 吋的大小已夠，即使是輕的木質也可以用。當然，你要用木質不會翹曲的桌面。預防翹曲，有多種裝置桌面的方法。爲保護桌面不受酸或他種溶液的侵蝕，並爲保存天然の木料有良好的黑色起見，下面的化學公式，可以應用：

#### 第一種溶液

硫酸銅 (Copper sulphate)	4.5 盎斯
氯酸鉀 (Potassium chlorate)	4.5 盎斯
水	36 盎斯

#### 第二種溶液

鹽酸苯胺 (Aniline hydrochloride)	5 盎斯
溫水	36 盎斯

#### 第三種溶液

重鉻酸鉀 (Potassium bichromate) 10% 的溶液	3 盎斯
鹽酸 (Hydrochloric acid) 10% 的溶液	1.5 盎斯
水	33 盎斯

在天然の木面上着色，用第一種溶液敷兩層；即俟第一

層乾後，再敷第二層。又加敷第二種溶液兩層；手續和敷第一種溶液時相同。再用第三種溶液敷一層，等乾透，用亞麻仁油 (Linseed oil) 去擦，最後改用乾布。

預防實驗桌未漆的桌面受酸類的侵害，有另一化學公式如下：

氯酸鉀	3.5 盎斯
硫酸鋅 (Zinc sulphate)	3.5 盎斯
硫酸銅	3/4 盎斯
水	36 盎斯

這種溶液，用熱水調製，刷到桌面上。乾後，再用下面的溫暖溶液：

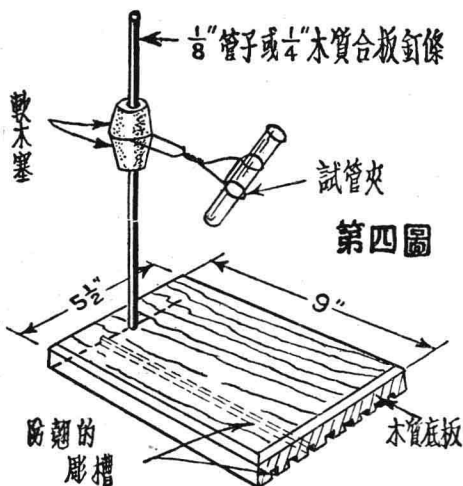
苯胺	3.5 盎斯
濃鹽酸	5.5 盎斯
水	36 盎斯

讓牠乾燥 24 小時或更多的時間，再加第一種溶液。乾後，桌面上再加第二種溶液一層。即用很熱的水揩去，直到完全乾透。然後用亞麻仁油，或用火燒熔石蠟的一端，去擦桌面，聽其吸收。石蠟的液汁，如過多時，可趁其溫暖，用布揩去。

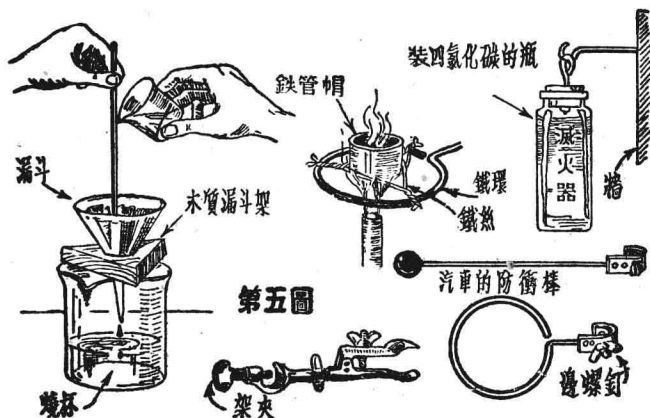


幾層新出的電木漆，不論有沒有彩色，都適用於漆實驗桌的表面。這種漆要用一把刷子來漆，乾起來是和普通的漆一樣的。

**實驗室所用托架的製造** 家庭化學家最常做的工作之一，就是燒熱試管，燒杯，燒瓶等等。假使沒有握住這些器具的便利方法，這些工作便會發生困難。雖然，合這種用途的工具，做起來也很便利；其中之一，便如第四圖所示。這是一種裝置，常稱為鐵環架，或“實驗室裏的托架”。這是用一塊  $7/8$  吋厚，9 吋長，5.5 吋闊的木板做成的。一根木桿或鐵桿的一端



緊嵌在這板上鑽的一個孔裏。這桿要 18 吋或 20 吋長，插在距離板邊約 2 吋的地方。一根可從鉛管店裏得來的，直徑約  $1/8$  吋的鉛管，可以用來代替木桿或鐵桿。假使管的一端是有螺紋的，一定可以將牠緊接在板上，因為假使鑽的孔較小，那管子便可以旋轉到裏面去了。



試管可以用兩個大的軟木塞，鑽孔套在桿上，能夠上下滑動，來支持牠在相當的地位燒熱。夾住試管的夾子，是用環套着桿子，緊夾在兩個軟木塞之間；軟木塞是可以推合以夾住夾子的。做這種支持物用的環，如第五圖所示。可用汽車防衝棒（俗名煞車）來做成，五分商店和一角商店裏有售。這種

棒端，裝着漆色的木球，應該除掉。彎曲那根棒，成直徑為 2 吋，3 吋，或 4 吋的環一個。幾根這樣的棒，製成大小不同的環若干個，在家庭實驗室裏，將會是有用的。用一個邊螺釘 (Wing bolt)，換掉那個定螺釘 (Set screw)，便可以裝這樣的環。在環架的桿上，高低上下，地位隨意。環架的底板，最好在下面彫槽或鑿小孔，藉以減少翹曲。鐵器店裏買の木質合板釘條 (Dowel sticks)，固然可以用作環架上的支桿，可是不久或因邊螺釘和夾子的磨擦，會使牠無用。最好是向化學用品店裏，去買幾個夾子。



另有燒熱燒杯或燒瓶用的有用的小托架，如第六圖所示。這是一塊厚  $7/8$  吋，長闊各 5 吋的方木板所做成的。用四根 L 形的鉤，——像托那穿窗簾的桿所用的一樣——將有螺旋的一端，旋入板裏。穿窗簾的桿，也可以用，倘若你會使之

彎曲，並且高度適宜，那末，當加熱器放在架子上面的時候，火焰不致衝擊着鐵絲網或要熱的器皿了。這高度可以隨所用的加熱器的式樣而任意變更。

實驗桌上，如果沒有煤氣的供給，酒精燈常是很好用的。你也可以用一隻吸香煙用的雪茄燃點器，旋入一個平底的插座裏，接通家裏的電燈電流。雖然這種電力加熱器，燒水到沸點，不免嫌慢，可是，就大多數家庭實驗室的用途而言，是很有用的。電力線圈發熱器，用作反射熱量到銅鍋的，不可以用，因為太熱，有危險，而且用來燒熱燒杯和燒瓶，是不合宜的。

架子的高度，應當是如此：本生燈火焰的圓錐形，或酒精燈火焰的任一部份，不會和支持你要燒熱的器具的鐵絲網碰着。注意着這一點，就可以預防一氧化碳走洩到房裏，同時保證你可以得着火焰的充分燒熱的效能。在這種架子上面，通常的蠅拍絲網，可以用來托着燒杯等等。

在熔融化學混合物，或燒熱某種化學藥品，藉以製造他種化學藥品的時候，小罐的薄鐵皮蓋，常是合用的。幾分錢可以買得着的鐵管帽，在本生燈火焰之下，是很好用的，而且在許多燒熱的用途裏，是可以用了再用的。有幾種大小不同的可以買到；可是，直徑為1吋和3/4吋的兩種，對於家庭化學家，

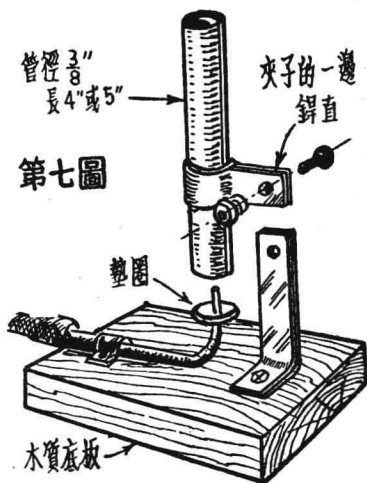
或許是最合用的。第五圖顯示這種鐵管帽能夠架在本生燈或酒精燈上面的方法。應當用鐵絲或鎳鉻絲彎扭做成三角架去托着。這三角架絞在一個圈上，圈又夾在實驗架上。這種鐵絲三角架，也可以托燒磁質的坩堝。

一塊小的三角形的木板，每邊大約 4 吋，當中開一個孔，可以在濾液體到燒杯裏去的時候，承着漏斗。第五圖裏，也有顯示。

**輕便滅火器** 沒有一間化學實驗室裏，該缺少防火的設備。如第五圖所示，那簡單的拿下就可拋的滅火器，做起來全不困難。那軟木塞上裝着一隻有眼螺釘 (Eye bolt)；上面和下面，各有一個大的墊圈。瓶裏裝着四氯化碳 (Carbon tetrachloride)。這有眼螺釘，要掛在一隻釘在實驗室牆裏的鈎上，鈎子並應打合起來。假使失火，抓住瓶子，拉牠下來，一拉使軟木塞離開瓶口，就可以把裏面的物質，拋到火裏去。

**本生燈的製造** 假使在你的實驗桌的附近，有煤氣接通的便利，你可以購買或製造一隻本生燈。像第七圖所示，自己製造一隻，比較是容易的。這燈管是用一根長 4 吋或 5 吋，內部直徑是  $3/8$  吋的煤氣管做成的。類似煤氣管的別種大小的金屬管，也可以用。這管要用和圖中所示的夾子和 L 形部

分來垂直地夾着。夾子的一端，要鉗在直立的L形的撐條面。一隻貫通夾子末端和直立的L形撐條的螺釘，能夠堅牢地夾住管子，使這管子在垂直的地位，仍可移上或移下，藉以調整空氣的供給量。煤氣由注油曲管的小孔中流出，再升到燈的管子裏面去。這樣，空氣便給帶到管裏去，和煤氣混合；這種混合物，便能在管子的頂端燃燒，火焰的顏色，視所混



合的空氣量為轉移。所需要的正確的空氣量，可用一個小墊圈，鉗在注油曲管的頸部來節制；這樣，可以使燈的管子，降到這墊圈上面，空氣就此可以隔絕。燈在這種地位，會發出黃色火焰，合於作吹管和煨煨玻璃等工作之用。燈管提高的時候，便有藍色的火焰出來，這種火焰，由內外二層組成。當空氣太多的時候，不像本生燈的火焰，會有很大的響聲。在得着滿意的火焰以前，必須將注油曲管裏的孔，加以調節。

如第八圖所示，爲燒熱坩堝起見，你可以裝置一個金屬絲的架子，在本生燈的上面。所用的金屬絲，應該是很堅硬的；所裝的高度，要使坩堝的底，不靠在火焰內層的裏面。燒熱了的坩堝，可用鉗子拿下來。



**家製的化學器具** 家庭化學家的實驗室裏最簡單又最有用的一件玻璃器具，便是試管。試管可以在許多試驗裏面，用了再用。倘若你要用試管燒熱內容的液體或固體，做一種試驗，你需要一個試管夾，方便在你握着試管的時候，管裏噴出來的蒸汽，不會燙傷你的手指。第九圖所示鐵絲所製的夾子之一，很合實用。自然，你也可以用一條厚紙來夾着，但是不會有鐵絲夾子的效用。

第十圖表示試管架的幾種式樣，你可以做你最歡喜的一種。插在一隻架子裏的玻璃棒，是在做溶液的時候，用來攪動固體的。五分商店和一角商店裏出售的小瓶刷，可以用作試管，燒瓶，和他種瓶的刷子。煙斗通條，可以用來擦去玻璃管和漏斗管裏的污垢。

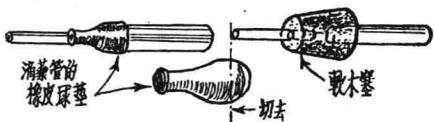
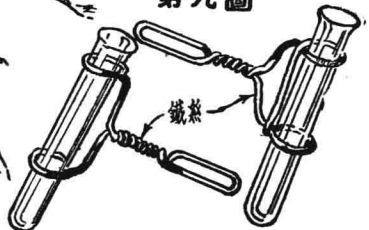
要除去容器裏的小量化學藥品，括刀（見第九圖）是一件



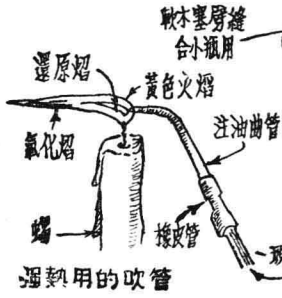
第九圖



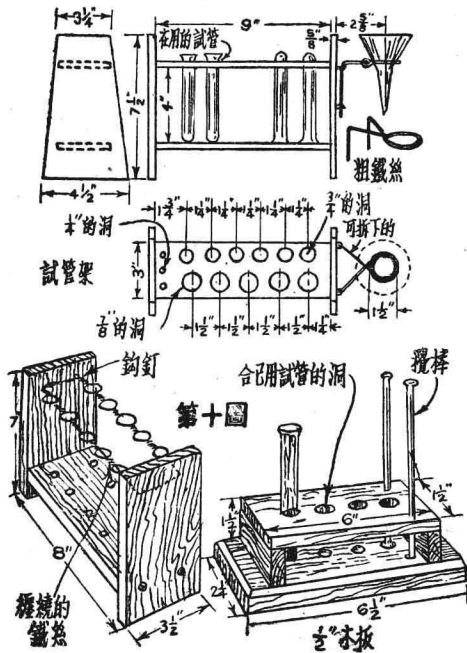
試管燒熱時的握法



大小管子的接法







很好的工具。你可以裝鋸金屬用的細齒弓背鋸片(Hack saw blade),磨光牠的齒,或用賽璐珞一片,夾在兩木片之間,做一個柄。倘若你要用的化學藥品,像溼的沈澱物之類,會黏着鐵片,那末,自然用賽璐珞片,是更好的。

吹管可以用五分一個的注油曲管來做成。起先,你必得

接長曲管。這可以用一根短橡皮管，接裝一段玻璃管就行了。有黃色的(煤氣的或蠟燭的)火焰的時候，常可以用吹管去吹。空氣由肺吹到火焰裏。結果是變為尖斜的很熱的藍色火焰(見第九圖)。

你的實驗室裏，應該常備有各種大小的軟木塞。要使一個大的軟木塞，適合一個小的瓶口，你可以在木塞較小的一端的中間鑿一缺口，如圖所示，或用一塊木板，在桌上加以輾壓。裝酸類的瓶，不可用軟木塞去蓋，因為不久會給酸類腐蝕，而使酸類變色。所以酸類，應當用有玻璃塞子的瓶保存着。要使軟木塞不透水，可以浸在熔融的石蠟裏，但是，倘若不和瓶子緊貼，便易於滑脫。



家庭化學實驗者常要做的工作之一，便是拿軟木塞鑽孔。做這件工作，最好用各種大小的薄銅管或別種金屬管。將外

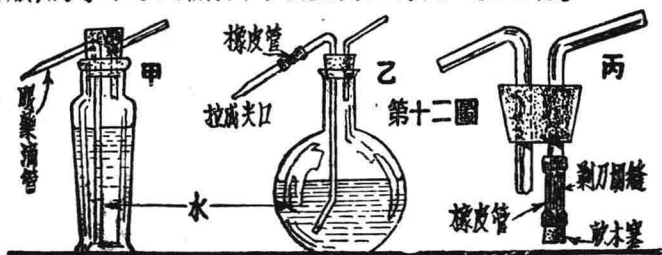
邊的背部，銼去一端，切成  $1/8$  吋的斜角，使之尖銳。另一端要鑽二孔，能插進一根鐵棒，穿過管壁，做成一個柄。這種鑽孔器的用法，見第十一圖。靠着軟質木塊上，握住軟木塞，這樣，鑽孔器鑽通了軟木塞以後，不會使鑽孔器變鈍。在你的實驗室裏，可有各種大小的玻璃管，所以你需要各種大小的銅管或鑽孔器。那鐵棒做的柄，也可以在鑽好了孔的時候，用來通清遺留在鑽孔器裏的軟木屑。

倘若你要研碎化學藥品或礦物，你需要研鉢和杵。一塊厚帆布，剪成正方形，套進杵柄，可以預防在研料的時候，材料飛射到研鉢的外面去。

眼藥滴管上的橡皮球莖，可以如圖所示剪斷，用來接合兩根直徑大小不同的玻璃管。自然，軟木塞裏，鑽兩個大小不同的通孔，也可以用。你可以照圖所示，就兩個方向鑽孔，接成一根丁形的管子。漏洞可用火漆封住，或更好用柯亭斯基氏黏合劑(De Khotinsky's cement)封住。

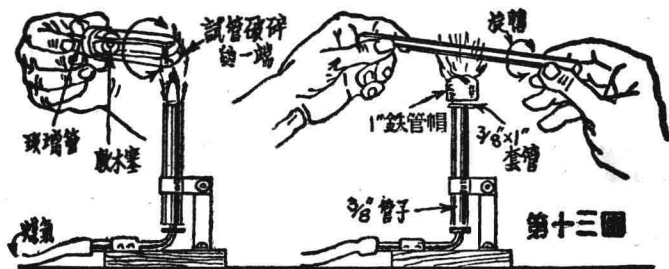
洗瓶可以用來引導少量的水到試管和燒杯裏，也可以放水去洗濯仍在濾紙上已濾過的沈澱物。你能十分容易地製造一個。第十二圖顯示着幾種式樣。那些彎曲的管子是玻璃的。水便經過玻璃管的尖端，順暢地流出。這尖端是把一根

玻璃管，在藍色的火焰上燒熱，用一把鉗子或鑷子拉尖末端而成的。假使你在空氣管下，接一根有長縫的軟橡皮管，如丙圖所示，再用一個軟木塞閉住末端，那末，在你的嘴唇移去之後，你可以獲得不變的水流。用的時候，空氣經過長縫吹到瓶裏。當嘴移開以後，這橡皮管的長縫就閉合了，因而使瓶內的空氣，受着壓力。這種裝置，稱為本生瓣(Bunsen valve)。甲圖的瓶，爲了本形的關係，不需要向內彎曲的玻璃管。



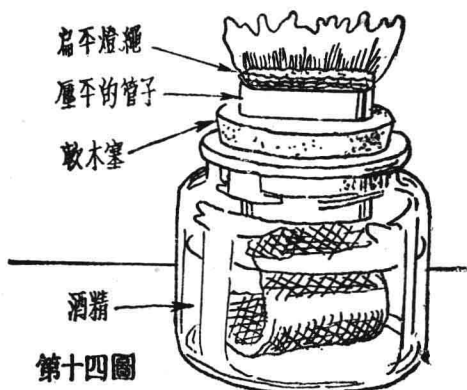
破損的試管，常可以修好：將破損的末端在本生燈的火焰裏燒軟後，緊挾拉合，同時除掉那多餘的玻璃。於是向管口吹氣入內，使現是尖形的或方形的一端變圓（見第十三圖）。假使吹起來嫌管子太短，可以在開口的一端裝一個軟木塞和一根玻璃管。當然，你需要一隻本生燈來做這件工作。

圖示的本生燈前經述及。這烟囪管是一根直徑是  $3/8$  吋的鐵管。假使你旋一個  $3/8 \times 1$  吋的金屬套管在鐵管上，



再旋一個直徑是一吋的鐵管帽在金屬套管上，然後用一把弓形鋸在鐵管帽上鋸成一條長縫（見第十三圖），你便可以有一種極有效的廣闊的或扁平的藍色火焰，供燒彎玻璃管之用。

酒精燈適宜於燒熱燒瓶和試管，但是要燒彎玻璃管，你需要闊的火焰。假使你壓平一根金屬管，使成金屬片的式樣，把牠裝在軟木塞中所開的一條長縫裏，你可以做一隻酒精燈，配上火油燈裏用的闊的棉紗燈心（見十四圖）。假使在簡單的本生燈火焰上燒彎玻



假使在簡單的本生燈火焰上燒彎玻

璃管，結果一定是燒成扁平的收縮的管子。

要關斷氣體從橡皮管裏流出來，彈簧式的曬衣夾，是好用的夾子。但是，用這樣的夾子，來夾着供給煤氣到你的家庭實驗室裏來的管子，是不安全的。這樣的曬衣夾，夾到環架上，也可以支持化學用具。為這種用途，最好將兩個夾子，閉合起來。一個夾子的夾口，能夠夾着環架的架柱；另一個的，好夾着要夾的物件。

將濾紙先摺合成半圓形，後成四分之一的圓形，備放在漏斗裏應用。那末，一開出來，便成杯形，放到漏斗裏，用水灑溼，使之就位。要應急用的時候，可剪紙巾或紙製餐用手巾成圓形，代濾紙用。

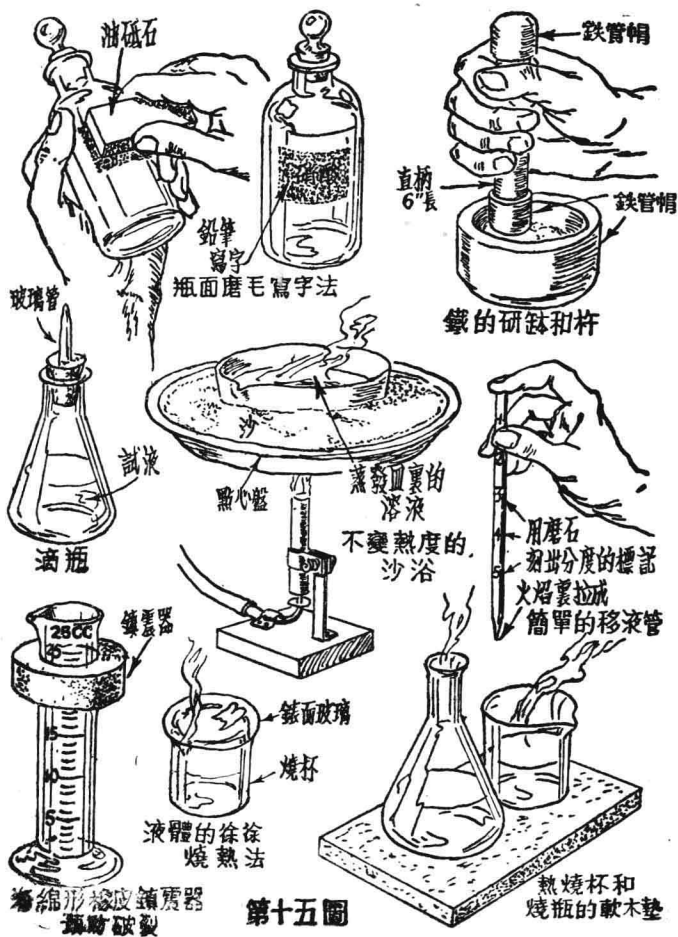
裝軟木塞到小瓶上，——軟木塞裏鑽了孔，插入短玻璃管，如第十五圖所示，——可以做成小的滴瓶，以便由此滴出指示液(Indicator liquid)，到試液裏去。在火焰裏燒管子的一端，用鉗子或鑷子一拉，使這一端收縮成尖頭。你可以將各種指示液，裝在這樣的瓶裏。

移液管是分有度數的或定着度數的玻璃管，所以少量的液體，可以用這種管子來量取。將移液管的尖頭，插入要量取的液體裏，液體吸入管裏，到蝕刻的標記上面，移開嘴唇，

立刻拿手指按住移液管的上端。慢慢地放鬆手指，液體就流下來，而月形的彎液面的底——即液體在管裏的平面之稱——就和蝕刻的線齊平。於是將移液管放到接收器裏，放開指尖，管上標記的液量，就此流出來。尖頭裏遺留的少許，不必吹出。你可以拿玻璃管，用一種硬的，如磨刀石一類的磨擦物，來刻出分度的標記，或用蝕刻的方法，來自製移液管，移液管的上端，要經火燒過，使之光滑。

**瓶上加記** 玻璃上寫字，是比較地容易的——倘若你先去磨瓶的表面，得着粗糙的部份。這祇要用磨刀石或油砥石去摩擦就行，用水當滑潤物。裝酸類的瓶——試藥瓶——可以如此加記；瓶裏的內容，可用鉛筆或蠟筆寫在磨粗了的部份上面。這是瓶上加記尚能久存又易擦改的方法（見第十五圖）。

**避免破損的方法** 化學實驗的玻璃用具，難防破損。或許試管的破損，佔着最多。為避免非必要的破壞起見，不可燒熟試管內容物的底，所燒的部份，宜近液體的上半部，在火焰裏，要常搖動管子。分度的量筒，或簡稱量筒，常被打翻，上半破裂。跪墊（Kneeling pad）裏剪取那海棉形的橡皮成圓片，套着量筒的上半部，做成有效的鎮震器。因為這圓片是套在上半部，故不會遮礙所分的度數。



第十五圖



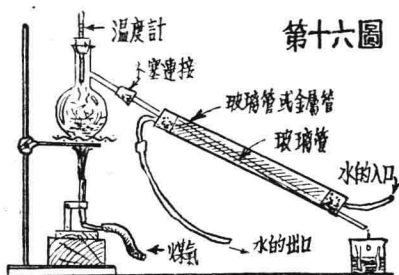
鐵器店裏出售的軟木墊，用來保護桌面，免因碗熱壞漆的，也可以用作熱燒杯或燒瓶的墊子。一塊石棉板，當作剛燒變的或燒光的熱管的涼墊，是有用的。

研末或磨粉的工作，最好用研鉢和杵去做。有用玻璃，磁器，鐵，石英，或甚至於是輕鎂合金料製成的。像第十五圖所示的用管子零件製的一種，頗合做實驗時壓碎礦物，石質等之用。少量的化學藥品，可以放在紙上，用刮刀片去壓碎。

物質要結晶，常用文火燒熱物質，去蒸發溶劑。做起來，用錶面玻璃，蓋着盛溶液的燒杯，加熱去燒。錶面玻璃蓋着，可以預防水的蒸發太快。有時候，溶液放在蒸發皿裏，蒸發皿再放在裝沙的鐵皿裏，下面用本生燈燒着。這樣傳到蒸發皿裏溶液的熱，是不變的。這種做法，稱為沙浴(Sand bath)

**蒸餾器具** 家庭化學家，有時要用蒸餾的方法，去從另一種液體裏，分出一種液體，或製蒸餾水。做這種工作，應用特種式樣的燒瓶或曲頸瓶，去裝要蒸餾的液體。具有旁管的蒸餾瓶，常是最好的。這一種樣式，顯示在第十六圖裏。附有一種家製的簡單的冷凝管。冷凝管裏的中心玻璃管，最好用直徑是半吋的。外面的管子，可用玻璃的或金屬的。通水到裏面，使之漸冷。水由熱蒸汽進去的管子的相對一端流入。所

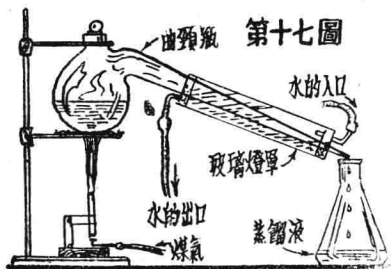
以水流是反流的。冷凝管可用如圖所示的軟木塞，裝接蒸餾瓶；木塞裏鑽孔，藉以接着蒸餾瓶的旁邊凸出的管子。但是，用一個闊的冷凝管，是更好的。如此，蒸餾瓶的旁管，可以通到粗管的裏面，也是用軟木



第十六圖

塞接着。這樣可以減少蒸汽和木塞相接觸的面積。蒸餾時，不可用橡皮塞，因為橡皮會給那產品或蒸餾液——就是那冷凝的液體——一種氣味。倘若液體的分餾，要做得精密，可以插一支溫度計在瓶裏，將水銀泡裝在旁管出口略低的地方。製蒸餾水的時候，不必用溫度計。

倘用曲頸瓶，那末，像玻璃燈罩那樣的玻璃管，可以裝在



第十七圖

頸上，當冷凝器用，如第十七圖所示。你也可以讓曲頸瓶管的末端，達到放在一隻大漏斗裏的燒瓶或別種瓶裏。要使蒸汽變冷，水要倒在那燒瓶

或別種瓶的上面。當然，那無用的水，由裝在漏斗腳的橡皮管，通到盛廢物的器皿裏去。

用如第十七圖所示的曲頸瓶蒸餾器，可以製硝酸(Nitric acid)。將硝酸鉀(Potassium nitrate)或硝酸鈉(Sodium nitrate)放在曲頸瓶裏，再加一些濃的硫酸(Sulphuric acid)。加熱到這種混合物上，硝酸就由蒸餾而滴到收容器裏。不可用如第十六圖所示的器具試製硝酸，因為硝酸氣會燻壞木塞，出品勢必染污。

**玻璃瓶管的手術** 在家庭化學家的實驗室裏，要遇着許多簡單的玻璃製作問題。簡單的彎曲，尖頭管，喇叭口管，和幾種修理，是很容易做的。接上，接合，或實際的吹製工作，卻十分困難；那種技術，祇有用特種的燒燈和工具，經過了長期的練習，才可以得到。

如第十八圖所示，要切斷玻璃管，應當在管上銼一道痕，而後用拉力去折斷。但是直徑較 $3/8$ 吋更大的管子，不應用這個方法折斷。新折斷的玻璃管的一端，常是尖銳的。握着牠，放在火焰裏燒到紅熱，而後放到一張石棉板上冷卻，就可以使之光滑。不論玻璃的成分如何，放到火焰裏去，應該很慢。最好是慢慢地放到火焰裏去，立刻就退出來，重複地照這

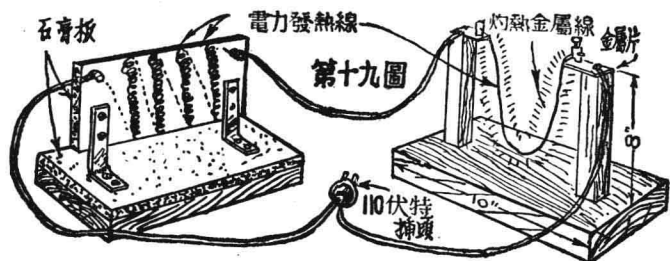


樣做，等到玻璃變熱，火焰發生顏色。這時候玻璃就可以留在火焰裏，但是還應當不斷地旋轉，藉以預防燒熱不勻。倘若在火裏修飾玻璃管子，放在火焰裏的時間，較使管邊光滑所需的時間更長，那管子會合起來的。加熱到管子的中部，不久便會變熱，足以拉開，成爲尖頭或收縮的管子，和滴藥瓶相似。

有多種方法，可以截去瓶的一半或瓶的上半部。用彎成大小與瓶相似的紅熱鐵絲，在所劃的痕上一觸，就會照着所劃的銼痕裂開。倘若並不裂開，移去鐵絲，用冷水數滴，滴到受了熱的痕上去，這樣常能使之開始生出裂痕。一有了裂痕，倘將燒熱了的鐵絲，再套到瓶的另一部份，那裂痕就能延長至繞瓶一周。用一根浸在酒精裏的細繩，套在銼了的痕上，再燒着這根細繩，待火焰全熄了的時候，立即放瓶到冷水裏去，常能使這瓶分裂。要截斷小瓶或玻璃管，祇要先劃好切痕，用紅熱的玻璃棒尖頭，在痕上觸着。再用冷水灑到痕上，就可使之開始分裂。

倘若小管子照這樣截斷，那粗糙的一端，可以小心地放在黃色火焰裏去修理，等到熱了，再放到藍色的火焰裏去，使之紅熱。紅熱的時候，壓到一塊小石棉板上去，如第十八圖所示，可以使其形式正確。用一根尖頭的碳條，——如於電筒所

用乾電池裏的碳條——放到紅熱的杯瓶的口邊上，便製成喇叭口或杯瓶的唇。模型裏吹成的瓶或別種玻璃器皿，在火焰裏燒熱或改製，無不破裂。要使碎瓶的鋸齒狀的邊光滑，可以用油砥石，或浸了機器油的金剛砂布去擦。碎了底的量杯，可以拿底埋入容有燒石膏的馬口鐵罐的蓋裏，讓燒石膏結硬，就修好了。



要截斷大的玻璃瓶管，最好的方法，是用如第十九圖所示的電截瓶管器。灼熱金屬絲和電力發熱線，是屬於鎳鉻的一種，通常可以用在電暖爐裏做代用線圈的。這些所費約一角至二角五分。一根長約一呎的未盤繞的線，縛在兩根木柱之間，用來做截瓶管的線。其餘已盤繞的線的大部份，應當纏繞在石棉板上，石棉板裝在木質托板上，如圖所示。木板上面，蓋一張石棉板，以防燃燒。電阻線的附加線圈，用作外電阻。

截瓶管的線和這電阻線，串聯接着，如圖所示，和電燈的電流或電燈的插座接着。當電流經過截瓶管的線和電阻線的時候，截瓶管的線便會變為紅熱。倘若不變紅熱，一部份線圈，要從外電阻線裏除去，永不再用。用這樣電截瓶管器的時候，瓶上照舊銼痕，放銼痕到灼熱的金屬絲上，慢慢地移動瓶身。常能在五秒至十五秒之間，發生裂痕。一二滴冷水，滴到銼痕上，就可以增加裂斷的速度。

## 第二章 金屬的化學遊戲

金屬特別適宜於家庭化學家作實驗，因為牠們有多種不同的化學反應。牠們和氧化合，成氧化物；和硫化合，成硫化物；有許多和碘化合，成碘化物；餘可類推。牠們和別的元素化合的時候，時常放光，生熱，又如鈉和汞化合的時候，會有響聲發出來。

金屬的硫化物的構成，給我們許多有趣的實驗。鐵屑和硫黃粉放在試管裏燒熱，有光和熱發出，結成硫化鐵 (Iron sulphide)。做這種實驗的時候，當混合物開始呈現紅色，就將試管由火焰移開，因為所發生反應的熱，已足以完成實驗。加酸到結成的硫化物，或任一其他的硫化物上，會生出有惡臭的硫化氫 (Hydrogen sulphide) 來。

銅和硫化合，成硫化銅 (Copper sulphide)。燒熱一片銅，當紅熱的時候，放一小塊硫黃到上面去，其反應熱，常足以將



銅片燒熔成洞；在接觸點上，構成硫化銅。

方鉛礦或硫化鉛(Lead sulphide)——無線電收音機裏用在晶體檢波器裏的礦石——可將鉛和硫黃燒熱，以鐵棒去攪拌這熔化了的金屬，用人工去製造。燒熱的容器，可用泥質起泡管，管的柄端，用泥填塞，如第二十圖所示。



鋅末和硫黃混合，用火柴一觸，立即着火。

鋁和硫黃，在泥質起泡管裏，或磁質坩堝裏燒熱，成硫化鋁(Aluminum sulphide)。做這種實驗，一定要用一小塊泥放在管口，或用蓋蓋着坩堝，使空氣隔絕。

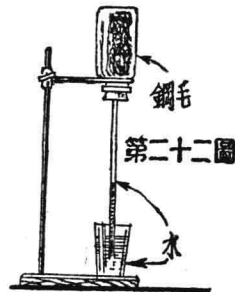
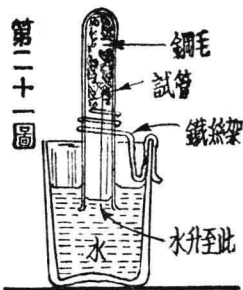
加水到產出的已冷的硫化鋁上，能得着硫化氫。這產物必須放在一個緊塞着的瓶裏。

倘若將鋅放在一層燒熱了的煤上面，牠會燃燒，發出藍白色的火焰。那白色的煙，含着氧化鋅(Zinc oxide)。熱的時候，這化合物是黃色的，又稱為鋅白，用作製白漆的顏料。

倘若汞和氧久燒，可以化合。出品是氧化汞(Mercuric oxide)。氧化汞燒熱，產生氧和汞。

鋁和鎂相似，燃燒的時候，會發出燦爛的光輝。這兩種金屬的任一種，製成粉末，拋到本生燈的火焰裏去，就可以表現這種特質。鐵屑也會這樣的。

鐵生銹的時候，和空氣裏的氧化合，成氧化鐵 (Iron oxide) (即是鐵銹)。但是祇有在潮溼的空氣裏，鐵才會生銹。因為空氣的成分，約有五分之四的氮，五分之一的氧，所以鐵在一容積的空氣內生銹，餘下的祇是氮，氧就沒有了。這樣會使空氣的量減少。鋼毛 (Steel wool) 放在有空氣的試管裏，試管的口，浸在水面之下；會和試管裏空氣中的氧慢慢地化合，致能收縮。一收縮了，因為外面空氣的壓力，水就被壓向管的上面去。這個很簡易却又增益知識的實驗，你能容易做到；照第二十一圖所示，裝好試管。提高管子，那末，在實驗開始的時候，



管裏所容的水，和杯裏的水，在同一平面。數天之後，管裏的水，當已增高約五分之一，就是裏面已祇賸着氮了。

倘若你能夠有很長的玻璃管，裝好器具，如第二十二圖所示，你能夠實在看出來由於鐵從空氣裏吸去氧而有的收縮情形。大玻璃杯的水，在器具裝好以後不久，便會升到長玻璃管裏去，少頃竟會升到裝鋼毛的瓶裏去。

在室內的溫度，鐵和碘化合。倘若鋼質刮子——就是一種鐵的合金——用來刮去瓶裏碘的結晶體，數分鐘之內，那金屬刮子，便會變為潮溼的，因為成了碘化鐵。

鋅末(極細的鋅粉)和硝酸銨(Ammonium nitrate)及少量的氯化銨(Ammonium chloride)混合，滴水一二滴在裏面，立即着火。這是氧化的一種方式。加了水以後，完成這種實驗，祇需數秒鐘，這是屢試屢驗的。

比較普通的金屬，如鐵、銅、鋅等，可以在硫酸或硝酸裏溶解，不生困難。倘若用硝酸去溶解金屬，就得着那金屬的硝酸鹽。倘若用硫酸，就得着那金屬的硫酸鹽。所以，鋅在硫酸裏溶解，產生硫酸鋅。這硫酸鋅自然是呈現在這物質的溶液裏；當這溶液蒸發了或結晶了的時候，才得着這種化學藥品的結晶體。你放溶液在磁質的蒸發皿裏，又將這蒸發皿放在

盛沸水的燒杯頂上，就可以蒸發化學溶液。這樣做法，可使那溶液常在攝氏 100 度或略低的溫度。在某種實驗裏，要使液體漸漸蒸發的時候，這是可用的方法。

在酸裏溶解金屬，藉以得着金屬的鹽類，是家庭化學家能夠得着許多化學藥品的一種方法，雖然他必須先要有酸類去做出來。做這種溶液的時候，譬如說，做一種含鐵的硫酸鹽，將鐵片——鐵釘、平頭小釘等——在硫酸裏加熱溶解，到不能溶解為止。這時便是溶液裏不再有酸的時候了，所有的酸，已經全用了去和鐵化合了。那末，將溶液濾清，蒸發，或讓牠去結晶，結成鐵的硫酸鹽——硫酸亞鐵 (Ferrous sulphate)——的晶體。這些晶體，就該保存在密封的瓶裏，否則將會失去晶體裏的水分，變成精細的白粉。雖然，這倒並不減損牠的用途。大多數的金屬，加酸起作用，產生氫。照這樣做來所成的出品，名為鹽。所以，在本例裏，硫酸亞鐵便是一種鹽。

有許多金屬，用手工的方式，和另一金屬連接了，會不像牠們單獨時所有的作用。例如，一條鎂浸在硫酸銅的溶液裏，會蓋上一層銅膜。倘若在幾分鐘以後取出，這樣結合的鎂和銅——或如所稱的“鎂銅偶” (Magnesium-copper couple)——能分解沸水，發出氫。這種實驗，是易做的。

鋁汞偶(Aluminum-mercury couple)放在熱水裏的時候，也會產生氫。做這種的實驗，拿小片的鋁放在燒瓶裏，上面蓋着氯化汞(Mercuric chloride)溶液，數分鐘後，倒去溶液，拿熱水裝到燒瓶裏去就是了。

像照相軟片的包皮那樣的鋁箔，能有一種最奇異的產物。用少量的汽油或石油精去洗淨鋁箔上的蠟，而後浸入氯化汞(二氯化汞)的溶液裏。在空氣裏數分鐘之後，鋁箔的上面，會蓋着一層像雪一般的白絨毛似的物質。當你注意着的時候，這產物會高出鋁箔的面上約四分之一吋。讓牠放過夜，在這“苔”的上面，會有細密的像絲一般的薄膜蓋着，深及吋許。有時候，鋁箔在產物構成的時候變熱，致不能握在手裏。隨有軋軋的響聲，且常有霧氣，出現在鋁箔的上面。通常關於消毒劑的警戒——不可入口，用後洗手——自然應當在用氯化汞的時候要注意到，因為大家都知道牠是有毒的。

自燃化合物(Pyrophoric compound)，常容有一種細粉狀的金屬，所以暴露在空氣裏的時候，就會自然地着火。家庭化學家能做的最簡單的自燃化合物，便是自燃鉛。自燃鉛的製法，是拿酒石酸鉛(Lead tartrate)放在試管裏燒到變黑，不再出煙。然後搖動試管，使試管的內容物，經過空氣落到地板

上。自燃鉛從試管落下的時候，就會着火。試管可以塞好，即使已經變冷了以後，還可以看到同樣的結果。

在這試驗裏，你可以拿酒石酸 (Tartaric acid) 或酒石英 (Cream of tartar) 的溶液，加到硝酸鉛 (Lead nitrate) 或醋酸鉛 (Lead acetate) 的溶液裏，去製應用的酒石酸鉛。這樣會沉澱出白色的酒石酸鉛。讓牠沉澱，倒去無用的澄清的溶液，再加一些水，搖動一會，讓牠沉澱，再倒去上面的澄清的溶液，重做這個“徐徐傾注”的動作數次。然後濾清白色沉澱物，展開濾紙，讓水分蒸發變乾。乾後從濾紙上刮下那物質，便是酒石酸鉛，裝入瓶內備將來應用。

你也可以用檸檬酸鉛 (Lead citrate) 或草酸鉛 (Lead oxalate)，來代替酒石酸鉛，做成自燃的物質。用檸檬酸 (Citric acid) 或草酸 (Oxalic acid) 去代替酒石酸，像第一步製作所述。一些石蠟和酒石酸鉛混合起來，也可以幫助反應，產生鉛的粉末。

別的自燃混合物，可以產生這種自然發火的出品的，是鉻酸鉛 (Lead chromate) 和硫黃；明礬和紅沙糖；煤煙、明礬、和碳酸鉀 (Potassium carbonate)；硫酸鉀 (Potassium sulphate) 和煤煙；明礬和澱粉或麵粉。這些混合物，可依照酒石酸鉛製

自燃鉛的方法，加熱去燒。自燃化合物，在熱的時候，燃燒更佳。

金屬的電動勢序 (Electromotive series)，是依照金屬的電位 (Electrical potentials) 或溶液的壓力，做成元素的表格。下表可以幫助家庭化學家，去自定幾種實驗：

- |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. 鉀  | 2. 鈉  | 3. 銻  | 4. 鋁  | 5. 鈣  | 6. 鎂  |
| 7. 鋁  | 8. 錳  | 9. 鋅  | 10. 銻 | 11. 鎳 | 12. 鐵 |
| 13. 鈷 | 14. 鎳 | 15. 錫 | 16. 鉛 | 17. 氫 | 18. 銅 |
| 19. 銻 | 20. 銻 | 21. 汞 | 22. 銀 | 23. 鉑 | 24. 金 |

這張表是有用的，因為有牠的幫助，能見許多化學反應的動向。例如：在這表內任一金屬，倘若放在其下面的金屬的溶液裏面，就可將其下面的金屬從溶液裏沉澱出來。所以，鐵放在硫酸銅的溶液裏，就可從這溶液裏沉澱出銅來。例如，一個鐵質的鎖鑰，放在硫酸銅的溶液裏，就可以鍍着銅。又如，從表上看來，倘若一片銅放在含銀質的化學藥品溶液裏——如硝酸銀 (Silver nitrate) 的溶液——那末，就會有金屬的銀，由溶液內澱出。但是鍍得上或鍍不上，是不一定的。如在所述的最後一例裏，那銀的形式，是金屬的晶體，或不潔的粉末。

這張表還有別的功用。表內氫以前的任一金屬，若和某

種強度的酸起作用，便會產生氫。例如：鐵或鋅放在硫酸裏面，就有氫發生。

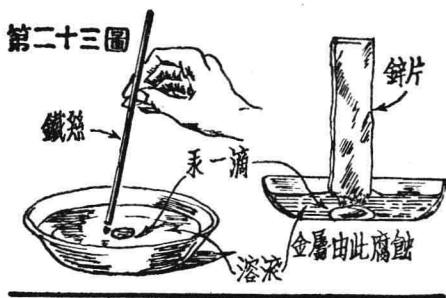
有時候，所用的金屬的形式，和反應有些影響。例如，將鋅粉放在硫酸銅裏面，可以從溶液裏取代銅，且可以增高溶液的溫度，達十度之多。金屬常是這樣交換地位的。例如：這實驗告終的時候，銅的形式，是顏色不潔的粉末，而鋅就變成溶液內的硫酸鋅了。

銅鋅偶的製成，是將一片銅和一片鋅銲合起來。或僅將牠們的一端合着彎摺。這電偶放在硫酸銅的溶液裏面，因為會有電流發生，故可以分解溶液。海綿形的銅，會積聚在鋅的上面，有如污泥。鋅也受着影響，倘若這電偶豎立在容有這溶液的燒杯裏，彎摺的一端在杯外，浸着的部份約半吋上下，那末，鋅會給溶液腐蝕，直到溶液的表面。

表面張力影響汞的特殊方式，給予試驗上很多的樂趣。這種很貴的液體元素，祇要用一滴——略扁平的一滴，因為牠會散開來的。這一滴放在淺盤裏的時候，可用幾種簡單的化學藥品的溶液的任一種，蓋在牠的上面。例如，蓄電池裏可取用的硫酸的稀溶液，也可以用。在這個裏面，應當溶解硫酸銅，重鉻酸鉀，或高錳酸鉀(Potassium permanganate)的晶體



一小粒，祇要用足以使溶液着色就夠了。倘若你用了太多，那末，因為溶液的顏色過深，不能看見汞的行動。現在用一根清潔的光亮的鐵絲，去觸着那滴汞的邊上。汞就會立即先離避鐵絲，後又向鐵絲行動，再又離避鐵絲（見第二十三圖）。這樣奇特的行動，會繼續着好些時候。汞在這個實驗裏用了數次以後，要放在濃度約為 8% 的硝酸溶液裏，用力搖動。這樣就可以將汞洗淨。



另一奇特的實驗，可稱為“狂晶”的，可用略大一滴的汞，或這液體的“小池”去表演。汞放在小碟裏，上面蓋着普通食鹽的溶液。拿硫酸銅的結晶體一小粒，放在汞的上面，用一根光亮的鐵絲去和汞接觸。那結晶體立即跳向鐵絲，碰撞鐵絲，即從鐵絲退回，到汞面上轉動。牠的轉動是很快的，在牠的尾部，現着硫酸銅溶液的藍條紋。汞面也變色，有時暗淡陰沈，

却又立即變爲極亮的明鏡。並可用別種金屬代替鐵絲。

此外另有用一滴汞做的實驗，即用硝酸汞 (Mercuric nitrate) 的溶液，蓋着這一滴汞；如第二十三圖所示，用一片鋅和汞接觸。鋅立即受着汞的攻擊，而和汞變成汞齊，甚至於上達鋅片很高。但是這種行動，不久就會停止；却祇有在鋅和汞的接觸點已被腐蝕以後。做了這個實驗之後，應放汞在裝百分之八的硝酸的瓶裏再搖動。這種溶液，可用水沖淡 8 立方厘米的濃硝酸，使總容量等於 100 立方厘米即成。

許多金屬，在細分的樣式，即是有粉末形的時候，和牠們是片條形的時候，作用不同。鋅末是容有一些氧化鋅的粉狀鋅，和硫黃華混合起來，給火焰或甚至於熱棒一觸，便會着火。鋁末——如製鋁漆用的，油漆店或鐵器店出售的——可以用在幾種實驗裏，表示鋁在細分的形式裏的特性。鋁末——或有時稱爲青銅——撒在水上，會浮起來。這因爲有空氣薄層，使牠不爲水所溼。又因爲這金屬上面，有一層油或脂肪，是製作程序裏所受到的結果，可以幫助牠有不透水的特性。你可以伸手到鋁末浮在水面上的槽裏去，而手不着潮。很舊的科學實驗，是撒可燃性的長蔓石松鹼粉 (Lycopodium powder) 到水面上，去做同一戲法。倘若在蓋着鋁粉的水面上，滴下含有

酒精的液體如香水、樟腦酒精或變性酒精一滴，水面張力便會改變。結果是：鋁粉立即行動，這是很有趣的。平常水面上，滴着樟腦少許，會浮着旋轉，頗為奇特。賽璐珞製的小船，有樟腦丸放在船尾開口的地方，常見於玩具店裏。這種小玩具，放在水面上，會被加到金屬粉上的同樣的力推動。

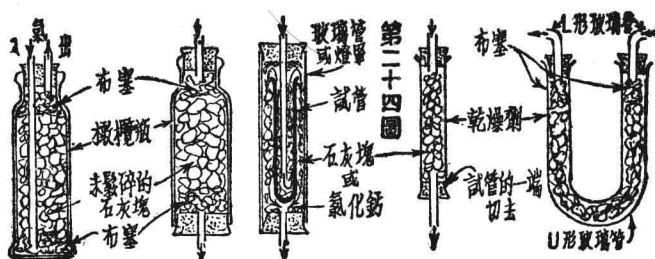
### 第三章 氣體的遊戲

氫——氣體裏最輕的——的特性，能做出幾種極有趣的實驗。製氫用的物料，價格低廉，更爲推薦與家庭化學家的主因。

製氫的最便方法，是讓一種稀薄的酸——例如硫酸或鹽酸——和一種金屬的屑——例如鋅或鐵——起化學反應。買來的濃厚的酸的一分，應當用四分或五分的水去沖淡。倘若你用硫酸，要倒硫酸到水裏。這樣可以使硫酸沉下去，而後用玻璃棒去攪和。你可以拿一根玻璃管，在火焰裏燒牠的兩端，等到合口，就做成一根合用的棒了。倒水到濃硫酸裏，水會浮在面上；因爲攪和起來，會生出大量的熱，水或會從容器裏躍出來，帶着一些不會混合的濃酸。

用這種方法製成的氫，會含有很多的水汽，足以妨礙幾種實驗的成功。所以，最好在用牠之前，使牠乾燥。即使氫經

過氯化鈣(Calcium chloride)的小粒(乾藏的),或生石灰塊等物質,或甚至於經過濃硫酸。使氫乾燥的物質,在不用的時候,必須藏在緊蓋的瓶裏,否則便會吸收空氣中的水分,不合作為乾燥劑之用。

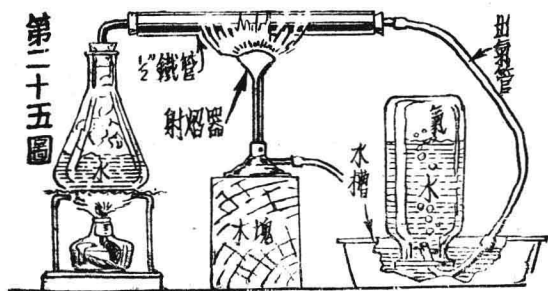


易製的乾燥管和塔的幾種式樣,如第二十四圖所示。空橄欖瓶,便很合用,因為這種瓶是有皺紋的,而且牠的大小,使氣體和乾燥劑,得着很好的接觸。氣體經一根玻璃管,達到瓶底,於是上升,自瓶口的玻璃管流出。在這種和別種乾燥塔或管子裏面,應用藥棉一小塊或布一小方,去預防乾燥劑達到入口管或出口管裏面去。你也可以切斷橄欖瓶的底,裝上兩個塞子,每個塞子鑽一孔,讓氣體經過牠。燈罩也可以做乾燥劑的容器。這樣的燈罩,可如第二十四圖所示,有試管裝在裏面;試管裏和燈罩裏都裝着氯化鈣或石灰塊。在這樣一件特

製的儀器裏，氫必須經過玻璃長管，到試管裏去，又由試管外洩。這樣，可經過乾燥劑兩次。U形管（見第二十四圖）或通常所用的氯化鈣試管，也好用作乾燥氫和他種氣體的器具。

另一製氫的良好方法，可使氫源源而來的，是用鹼水(Lye water)——氫氧化鈉(Sodium hydroxide)的溶液——和幾片鋁燒熱。普通的家用鹼水，很可以用。用圓底的燒瓶，盛着鋁和鹼液去燒熱，是最好的；但是，別種形式的化學燒瓶，自然也可以用。你可以從乾電池的外壳，剪取幾片鋅以代替鋁；但是，鋁會更能使氫源源而來的。

還有另一製氫的方法，如第二十五圖所示。倘若用這種方法，需要良好的熱源。水裝在燒瓶裏燒沸，使發生蒸汽；而後蒸汽經過熱的鐵釘或鋼毛。一隻或更多的本生燈，用來燒鐵；鐵可以裝在內直徑約半吋的煤氣管的一節裏面。在這管



子的每端，裝着一個軟木塞；木塞裏鑽孔，藉以裝插玻璃管。用溼布包着塞子，可以使牠們涼爽。本生燈上，裝着射焰器，可使你燒透鐵管的大部份。這種射焰器，是化學用品店出售燒彎玻璃管用的那一種樣式。你不可使蒸汽發生太快。氫從管子的末端流出來，最好在水槽裏排水集氣。在實際地集氣以前，略待數分鐘，讓器具裏的空氣排出。蒸汽被燒熱的鐵分解了，遂得着氫。水（蒸汽）裏的氧，和燒熱的鐵化合而成氧化鐵；實驗以後，在管子裏可以尋得着的。用酒精燈足以使發生蒸汽的燒瓶裏的水不斷地沸着。也可以用鋅代鐵，倘若用鋅，那末，得着的出品，便是氧化鋅；冷的時候是白的，熱的時候是黃的。

少量的氫，可自固體的化學藥品取得；如用酸性硫酸鈉（Sodium bisulphate）——這是一種像酸的物質——和氯化銨和水混合燒熱。但是，這種方法，不能收集大量的氫。

加硫酸使水略呈酸性，做水的電解，是製氫的良好方法。要用的電流，是直流電。你可從乾電池，得着直流電，雖然蓄電池是更好的。作玩具用的變壓器，不能產生直流電，所以這類便利的變壓器，不能用在電解法裏面。

乾鹼（Dry lye）和鐵屑，裝在玻璃試管裏，也可以產生氫。

但是做這種實驗以後，那試管便毀壞了。

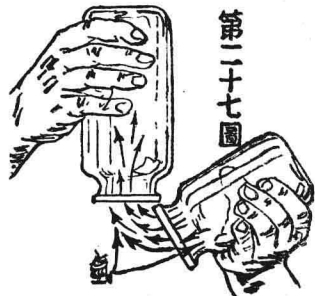
集氣槽是收集氣體的最有用的器具。做起來是很容易的。用一隻馬口鐵製的餅盤，加着一條金屬的橋形鋸片，自一邊達到對邊，就很容易地改成了。在橋形的片上，開着一個孔，使那氫所經過的管子，能夠經過這個孔，從下面通到那倒放在橋片上裝着水的瓶裏。通到瓶裏的氣，會排出瓶裏所容的水。集氣槽如第二十五圖及第三十四圖所示。裝滿一瓶水，放一塊錶面玻璃或一片玻璃在瓶口上。倒轉過來，把瓶口放在水槽所容的水裏。移去玻璃片，潛置瓶口在橋片的上面。

鋸片和鹼水一次發出的氫，你可以裝滿數小瓶。關於氫，你該知道的一件事實，是牠會燃燒，——假如和空氣混合，也會爆炸。用拇指按住裝着氫的試管，放一根燃着的火柴近管口（見第二十六圖），結果可發生一種沒有危險的炸裂，是十分奇異的，因為氫在這種試管裏，會發出奇異的響聲。

因為氫較空氣更輕，所以裝氫的瓶，應該倒浸在水下，或緊塞着。這種氣體可以由一個容器裏移到另一個容器裏，如第二十七圖所示。

氫燃燒的時候，所得的是水。讓一些氫從一枝彎曲的滴藥管發出，燃燒牠，讓火焰在玻璃燒杯或大玻璃杯裏燃燒，就

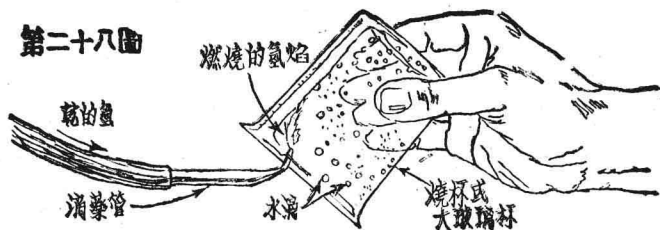




可以表現上面所述的現象。杯的內部，會現着如露珠的水滴（見第二十八圖）。

因為氫和空氣的混合物，可以爆炸，所以你在作氫的試驗之前，必得要注意到你所用的盛氫的器具，已經排出了空氣沒有。但是，將這種混合物裝在小試管內爆炸是沒有危險的。

氫在玻璃尖管頭燃燒的時候，玻璃變熱，使火焰變黃。但是氫的火焰原是淡藍色的。



通氫到肥皂水裏，可以製出肥皂泡(見第二十九圖)。在鎮靜的空氣裏，這種肥皂泡，會上升很快。



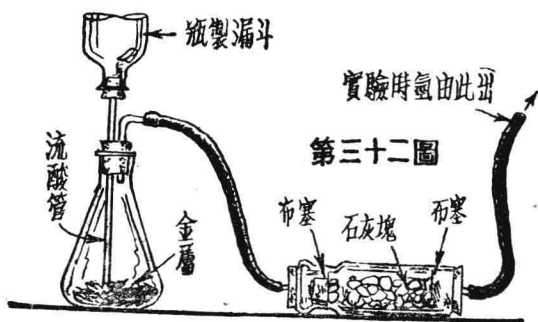
握着兩頭開通的圓筒，如煤氣管或玻璃管，罩在燃燒的氫的火焰上面，如第三十圖所示，會有音樂的調兒出來。提高或移低這管，常能使音調緊張，令人嫌惡。也可以用硬板紙製的寄郵件的圓筒。注意這圓筒不要給火焰燒掉。這圓筒的內部，敷着一層水玻璃的溶液，乾後備用，就可以使牠不會燃燒了。

倘若你的小的製氫廠，有足夠的容量，你可以用氫去灌那作玩具用的橡皮氣球。你該製氫一大瓶。瓶口要配一個有兩個洞的塞子；一個通進一根內流管，經過這根管，可以壓水進去。另一個洞裏，裝配着有木塞的玻璃管，木塞上面，可以



套着氣球。水流到瓶裏的時候，氫受着水的壓力，便會灌入氣球裏去（見第三十一圖）。

倘若在你的家庭實驗室裏，沒有熱源，那末，應當如第三十二圖所示，把酸和金屬——如鐵或鋅——裝在燒瓶或別的瓶裏面，靠着牠們起作用而製氫。金屬裝在開有兩個洞的塞子的瓶裏。一個洞裏，插進一根

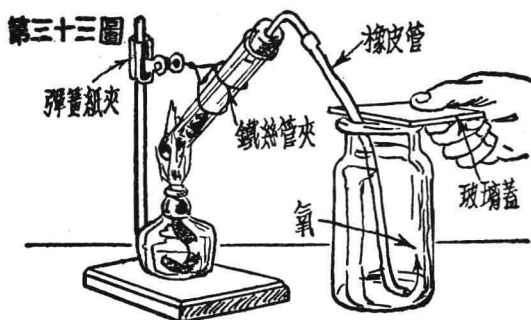


玻璃管，氫經此流出。另一個洞裏，插進一根玻璃管，長達瓶底。管頂裝着小瓶的上半部，用軟木塞或橡皮管的短段緊接着。這個就用作簡單的漏斗。注酸到這裏面，酸便流入瓶裏。你必得用足夠的酸，使長玻璃管的下部浸着，否則氫會從加酸管逃出去。在大多數的實驗裏，常須如圖所示，加裝乾燥管。至於用酸的量，應以酸一分和水三分或四分混合。製氫最好用硫酸或鹽酸。

**用氧做的實驗** 因為氧具有和許多物質化合，放出大量的光和熱的特性，所以用氧做實驗，是極有趣的。氧也是易製的，這裏有幾種製法，你可以用其中的任一種，同樣的可以成功。

燒熱一種氧化很高的物質，如氯酸鉀(Potassium chlorate)之類，就可以得着氧。當氯酸鉀的粉狀結晶體和少量的二氧化錳(Manganese dioxide)混合的時候，比單用氯酸鉀的時候，可以在較低很多的溫度得着氧。二氧化錳並不起化學反應；僅助氯酸鉀分解而生氧。像二氧化錳這樣的物質，用來改變化學反應的速度的，稱為催化劑(Catalyst)。你也可以用一些軟錳礦(Mineral pyrolusite)和氯酸鉀混合，因為這種礦物，就化學方面而言，是和二氧化錳同樣的。可用試管或燒瓶，來燒

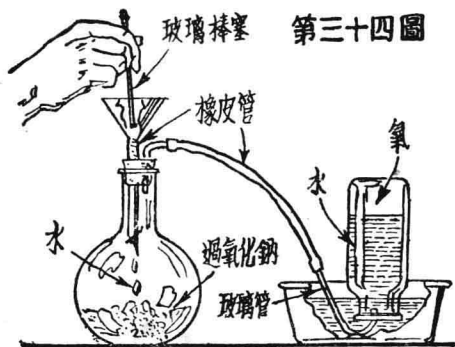
熱這種混合物。這容器要裝配木塞，木塞裏開洞，裝玻璃管，氧便由此出；又接着一根橡皮管，通到試品瓶或集氣瓶裏。也可以用集氣槽收集氧，正如收集氫一樣。否則你可以用向下排氣法來集氧，因為氧比空氣更重；這個如第三十三圖所示。出氣管祇要放在玻璃瓶裏，瓶口蓋着一片玻璃或一塊硬紙板。氧留存在瓶底，從瓶口排出空氣。不久，瓶裏裝滿氧，就應當蓋好；一面在燒熱試管或燒瓶裏的化學混合物的時候，一面又可以收集另一瓶氧。



當發氧管的內容物已變堅硬，沒有氣泡發出來的時候，就表現着那混合物是耗盡了。那試管或燒瓶，聽其冷卻，而後洗淨，備將來實驗之用。酒精燈足以供給分解氯酸鉀和二氧化錳的混合物所需的熱。

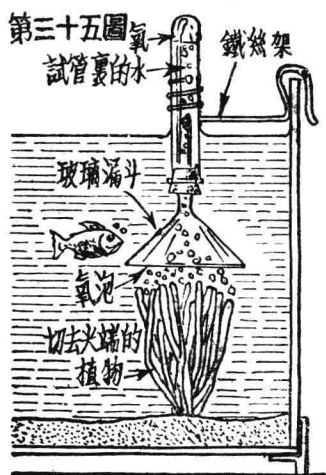
另一得着多量氧的好方法，是藉水和過氧化鈉 (Sodium peroxide) 的相互作用。過氧化鈉，常是裝罐出售的。不用的時候，罐蓋務須緊塞着。用細齒弓背鋸片，當金屬的刮刀，去從罐裏取出過氧化鈉粉，因為可燃的物質，不可和氧化很高的物質接觸着。用過氧化鈉製氧，是很簡單的。用如第三十四圖所示的裝置。過氧化鈉放在燒瓶或別種瓶裏，用一隻簡單的漏斗加水進去，如圖所示。水流到瓶裏的藥粉上，氧便會產生，所以加了少量的水以後，要用一段短橡皮管，塞進漏斗的頭，再用尖頭的玻璃棒，塞進橡皮管，去封閉漏斗的洞，藉免氧從漏斗逃出。當然，一根尖頭的木棒，可以用來代替玻璃棒；別的瓶可以代替燒瓶。

過氧化鈉業已耗盡之後，留在瓶裏的，是氫氧化鈉的溶



液。你可以倒牠出來，留作需用這種物質的試驗裏再用。

一切含有葉綠素(Chlorophyl)的榮蔬——葉綠素就是植物組織的綠色素——能產生氧。倘若你有一個水族池，內部容着帶狀的慈姑草或苦草，你可以使小的試管充滿着氧，如果用餘燼未滅的木片插入試管內，就可再燃燒起來。試管口裝配一個有孔的塞子，又裝一隻漏斗經過這個孔。如第三十五圖所示，試管全部容水，用鐵絲繫在水族池裏，置於一束水產



植物之上。在日光中，這種植物會發出一串氣泡，集於試管內。倘若把這種植物的葉端切去，可使氧發出更快。

用氧做的最好看的實驗，是那些表現着，氧和可燃質素化合時的緊張狀態。一根冒煙的繩，或業已燒熱正在燃燒的硫黃一小淺盤，放到有氧的瓶裏去，立即發出光亮的火焰。你可以拿一小方塊的金屬，製成杯形，來當淺盤用。杯上接着一根鐵絲，這樣的用具，

製成杯形，來當淺盤用。杯上接着一根鐵絲，這樣的用具，

就稱為燃燒匙。

一小塊鋼毛，放在本生燈火焰上燒到紅熱，插到有氧的瓶裏去，立即發出極度的光亮，燃燒而成氧化鐵。

紅熱的炭塊或炭末，放到氧裏去，立即發出有閃光的火焰。你也可以使氧衝到燒熱的炭上面，使炭同樣迅速的燃燒起來。這最後兩種實驗，如第三十六圖所示。

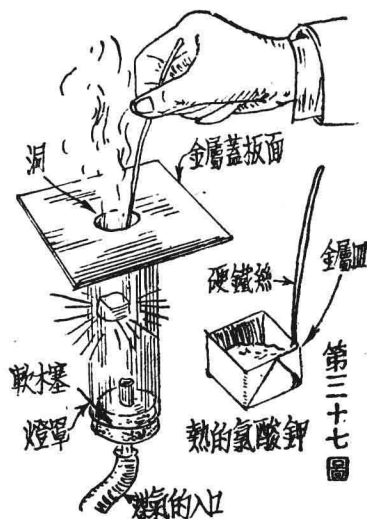


鎂帶或鋁粉(鋁青銅)，若在氧裏燃燒，會發生真正刺目的亮光。

**互燃** 一種很奇異的實驗，常稱為互燃的實驗的，表現着氧在可燃的氣體如煤氣裏會燃燒。當然，煤氣在空氣或氧裏會燃燒；但是，反過來說，氧在煤氣裏也會燃燒，實並沒有說錯，因為燃燒祇是兩種物質的化合，其中的一種便是氧。

做這種歷史的實驗，是如第三十七圖所示，先讓煤氣經過





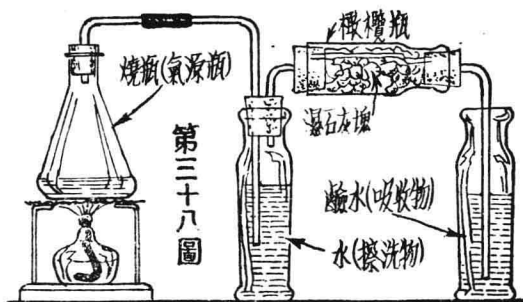
玻璃長管上升，管頂用一塊金屬板或石棉板，或石膏壁板蓋着，板上開孔，讓煤氣在洞口燃燒。放少許的氯酸鉀在燃燒匙裏，燒熱到熔化，便可放出氧。立即拿燃燒匙，自洞口插到有煤氣的玻璃圓筒裏。火焰會向下去，繞着燃燒匙活躍。實在，這時氧正在煤氣裏燃燒。這種實驗發生很亮的光輝，那自然是很無害的。

燒熱紅的氧化汞，也可以得着氧，可是所費頗鉅。做這種實驗的時候，汞留存在試管的裏面，使試管顯着像鏡子的結果。

**氯的製法和用法** 家庭化學家大量製氯的最容易的方法，是加鹽酸到二氧化錳或粉狀的軟錳礦裏，讓牠們起作用。這混合物要放在燒瓶裏，徐徐加熱，使反應開始。再用火焰於瓶底不時加熱，使氯可以繼續發生。

用這種綠黃色的氣體做實驗的時候，要注意不讓這種氣體逃到房間裏面，因為吸進了氣，會使鼻部受着刺激，眼睛劇痛。為預防這種可能起見，你的儀器，要如此接通：使那實驗裏不用的氣體，經過鹼水，給牠吸收。又要注意家裏的實驗室須是空氣很流通的，可以放出全套儀器末端所置的吸氣瓶所不能吸入的氣體。

鹽酸和二氧化錳在燒熱的時候，有些鹽酸和氯一同放出來。這些不要用的鹽酸，可如第三十八圖所示，很容易導入裝有玻璃浸水管的橄欖瓶裏去。



第三十八圖表示在家裏可製漂白粉的方法。橫置的橄欖瓶的瓶底已截去，裝滿溼石灰塊；當氯經過石灰的時候，石灰變為次氯酸鈣(Calcium hypochlorite)，就是漂白粉。和石

灰不會起反應的氯，給末一只瓶裏的鹼水吸收着，因鹼能和氯起化學作用，不致放到空氣裏去。

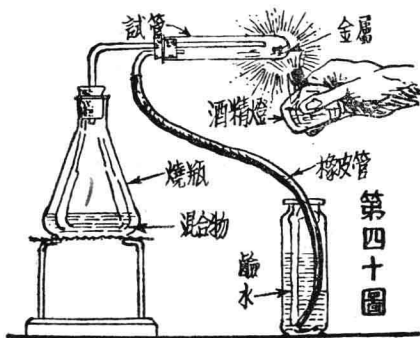
氯在水裏會溶解。所以你不可以用排水法去收集牠。氯的溶液，可以漂白各種花，布，染色的物料，如木質安全火柴盒的紅色部分。倘若如第三十九圖所示，在發生氯的燒瓶上面，



裝着瓶的上半部，那末，發出來的氯，會留在瓶的氣室裏，因為氯比空氣更重。所以浸溼了的有色布，花，等等，可以拿到氯的氛圍裏放數分鐘。玻璃“反應室”的頂上，可以加蓋。照這樣製氯的時候，祇可以用少許的鹽酸和二氧化錳。最好在戶外做這種實驗。

有許多金屬加熱時，會和氯化合。有些在化合的時候，有亮光發生。研成細末的錫放到有氯的瓶裏去，便會着火，產生氯化錫 (Antimony chloride)。銅，黃銅末，或黃銅粉（漆店裏出售的金銅）都可以用。倘若你照第四十圖所示排列你的儀器，你的費力是值得的。你要

經驗到的唯一的困難，是在於一個配合試管的塞裏，開兩個孔。在這種實驗裏，氯由燒瓶裏發出，達到試管的封口的一端，這裏放了一滴汞。徐徐燒熱這滴汞，不久就有活躍的淡藍的火焰出來。那末，加熱的火焰，就可以移開。汞和氯就此化合成氯化汞，是一種白色的固體，充滿在試管裏。試管冷卻後，可以拿牠出來，用軟木塞塞緊，備以後應用。這種物質也稱為腐蝕性昇華物，是有毒的。不和汞化合的氯，可被氫氧化鈉（鹼水）的瓶收容着。



你可以用普通食鹽，酸性硫酸鈉，硝酸鉀，裝在試管裏加熱，去製少量的氯。

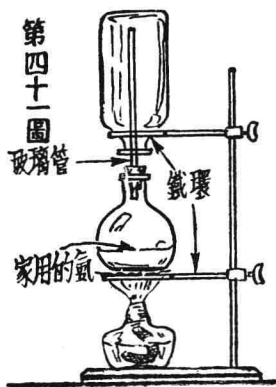
電解鹽水，如電化學一章所論的，也可以製氯。

幾滴熱的松節油，倒入有氯的瓶裏去，會和氯化合，有亮

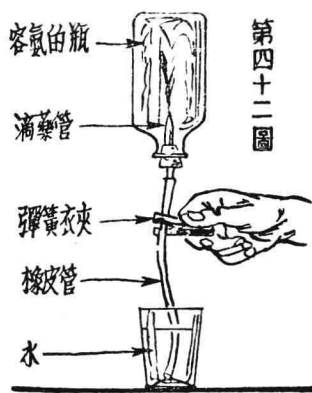
光發生而留下黑的炭粒。

**用氨做的實驗** 任何家庭化學家都熟知家用的氨。這就是氨在水裏的溶液。有時裏面尚含有別的物质。渾濁的現象，就表示牠並不是化學的純淨的氫氧化銨 (Ammonium hydroxide)，——這是溶在水裏的氨的名稱。但是，你祇要拿溶液裝在燒瓶裏，徐徐加熱燒沸，將氨通入一瓶水，使氨溶解在裏面，就可以得着很純淨的氫氧化銨。這種製品，應標明為“氫氧化銨”，也稱為鹼精水。

氨比空氣更輕，所以倒裝一隻空瓶，在容家用氨的燒瓶上面，罩於一插在木塞內的玻璃管上，可以收集氨到空瓶裏(見



第四十一圖)。燒瓶須徐徐加熱，因為這種液體有起泡沫的趨勢。一二分鐘以後，仍將空瓶倒置，如第四十二圖所示，瓶口裝木塞，穿木塞的孔裝滴藥管。用一隻彈簧衣夾，當作夾子用；夾子一開的時候，水會衝進瓶裏去，成為小型的噴泉。也許先要使下面的管裏，充滿了水，而後加以緊壓，使水開始衝進瓶裏去。



第四十二圖

一有了水進去了，就會發生局部的真空，這因為氨在水裏的溶解度極大的緣故。其餘的水，遂被外面的大氣壓力壓進瓶裏去。

製氨的時候，你不可用水槽，因為氨在水裏極易溶解的。

另一製氨的良好方法，是拿鹼水和含銨的化學藥品——如氯化銨或硫酸銨 (Ammonium

sulphate)——的溶液燒熱。

拿一些石灰和氯化銨，或蘇打灰和氯化銨在你的手裏摩擦，也可以製氨。

氫氧化銨具鹼性，但是很平和的。將酚酞試劑 (Phenolphthalein)——溶解在酒精裏的酚酞試劑——一滴，加到鹼液裏，會使牠變為紫紅色。

氫氧化銨和許多物質，會結成沉澱物。加到硫酸銅的溶液裏，先成氫氧化銅 (Copper hydroxide)，是淡藍色的。再加一些氫氧化銨，那沉澱物便溶解，成為深藍色的溶液。氫氧化銨，加到瀉鹽的溶液裏，沉澱氫氧化鎂；加到硫酸鋁溶液裏，沉

澱氫氧化鋁。這兩種氫氧化物，加了強熱的時候，就變成氧化鎂(Magnesium oxide)和氧化鋁。

放一塊冰在空瓶裏，又放一塊同樣大小的冰在容有氨的瓶裏，可以做到一種易做的實驗。有氨的瓶裏的冰，會先溶化，因為氨溶於由冰溶化成的水內時，會發生熱量的緣故。

小量的動物膠或膠黏物質放在試管裏燒熱，也會產生氨。你可以嗅牠的臭氣，或拿一條潤溼了的紅色石蕊試紙，靠着試管的口。倘若試紙變藍，就表現有氨發生了。

一塊先燒熱了的炭，放進“氨泉”試驗裏所用的容氨瓶裏會吸收氨，使水上升到管子裏去。用一根玻璃管去代橡皮管，方使水的上升可以看見。

**碳和二氧化碳** 碳的普通形式，是乾電池裏的炭條，或燒焦的麵包片。有許多不同的物質含着碳，所以，倘若你要每一種備一樣，或許你要備幾十萬的瓶和管去收藏牠們。

論到幾種可以用炭，或粉狀的炭做的簡易而能灌輸智識的實驗，最簡單的一種，在於表現這種物質有顯明的吸收力。沖淡了的墨水，同少許的炭和着搖動，倒在容有一匙或二匙的炭的濾紙上濾過，會脫去顏色。

你也可以表明這種物質所有的吸收臭氣或氣體的特性。

硫化氫是有臭味的氣體，是用沖淡的酸加到硫化鐵或任一其他的硫化物製成的。倘若將這種氣體導入滿裝炭的管子，那末，在管子的出口一端，不覺有臭氣。一張白紙，用醋酸鉛 (Lead acetate) 的溶液潤溼了以後，使受硫化氫的作用，會變為褐色或黑色的。你可以在試管的末端懸着一條紙片，藉以偵察這種氣體，以代替憑臭氣證明的方法。

炭粒撒到火焰裏去的時候，會燃燒而發黃光。牠們遂被氧化而成二氧化碳。硝酸鉀的晶體，撒到紅熱的炭塊上，會因為氧化作用，使炭燃燒的時候有刺目的亮光。

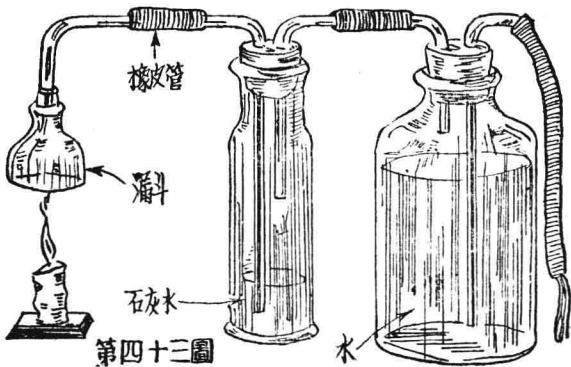
碳或炭燃燒的時候，產生二氧化碳。這種氣體可使石灰水變為乳狀，因為牠能使溶液內發生碳酸鈣 (Calcium carbonate) 的沉澱。呼出的氣體內約含有二氧化碳百分之四；當經過澄清的石灰水呼出的時候，就構成白色的沉澱或渾濁。這就是碳酸鈣，就化學方面而言，是和大理石相同的。

在家庭實驗室裏，可以用一種酸與碳酸鹽——如大理石片 (碳酸鈣)，或發酵蘇打——起作用，而製二氧化碳。碳酸鈉 (Sodium carbonate) 也可以用；食醋內約含醋酸百分之五，就可以作為這實驗內需要的酸用。

含碳的物質燃燒時，構成二氧化碳的氣體。正在燃燒的



燭，是這種氣體的產生者。用如第四十三圖所示的簡單儀器，你可以表明正在燃燒的燭的燃燒產物內含有二氧化碳。橄欖瓶裏，容有石灰水。大瓶裏容有普通的水，一吸橡皮管的時候，就當作虹吸管用，讓水離開瓶裏，使正在燃燒的燭所發生的氣體，經過石灰水而起泡。石灰水就會變為乳狀，表明在那正在燃燒的氣體裏有二氧化碳存在。



乾冰(Dry ice)是凝固的二氧化碳，可以用來做許多有趣的實驗(第四十四圖)。你不可像拿平常的物件一樣，拿幾塊放在手裏，因為這會使你受傷的。無論時間久暫，切不可和皮膚接觸，是為至要。



乾冰放在水裏，會猛裂地起泡，因為水的溫度和乾冰的溫度（約在華氏溫度計零下 115 度）比較，水太熱，所以使牠氣化而成氣體二氧化碳。

一小粒乾冰可以發出足夠的氣量，裝滿一隻玩具氣球。

用鎚去打一塊乾冰，因為熱和壓力都大，所以立即變化為氣，即歸消滅。

一粒子彈打着乾冰的時候，——即使是一種 0.22 口徑的子彈——乾冰也會爆炸。

放在裝有緊貼而不過分緊壓的塞子的瓶裏，會產生很高的氣壓，最後，塞子會飛去。

肉類，花，果，橡皮，和類似的物質，放在乾冰裏一二小時，即變脆硬，所以在硬面上敲打的時候，會碎成小片。

一個錢幣，如值二角五分的銀幣，沿邊壓到乾冰的塊裏去，會有韻律的震動，隨着還有那慣聽得的冰的軋軋的聲音和金屬的玎璫聲。

火油可在紙型內用乾冰凍硬，像燭一樣地燃燒。四氯化碳，汞，酒精，和別的液體，也可以用這固體二氧化碳冰凍。

繞鐸藥筒成圈製成的鉛質彈簧，放在乾冰片裏面，會變冷且真像有彈簧的功用，甚至於可以掛住小的重量。

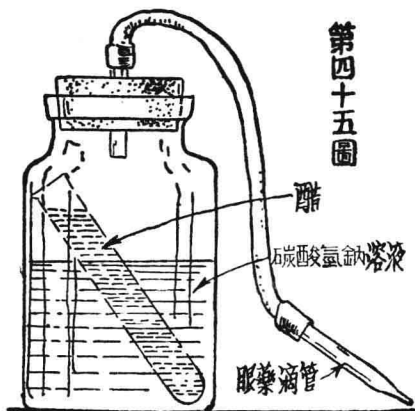
拿一根粗長的玻璃管，裝在漏斗下，直置於容有一塊乾冰的水杯裏。讓氣泡上升，充滿玻璃管，流到漏斗外面。氣泡停了的時候，倒下像鹼水一樣的苛性溶液，即用塞子塞住漏斗。苛性溶液吸收二氧化碳產生的真空，使水上升達到管裏。

阻斷空氣的來源，有二氧化碳的悶塞作用，火焰立即熄滅。容有一塊乾冰的大杯，就會充滿着二氧化碳的氣體。當作牠是水一樣，拿大杯的內容物，向燭焰上倒去，那火焰就會熄滅。牠可以給我們這樣倒下去這個事實，自然就證明二氧化碳比空氣更重。

裝一個木塞，在容有一塊乾冰的水瓶口，又插進一根滴藥管。倒置這個瓶。裏面的氣壓就使瓶裏的水，經過滴藥管，傾瀉而出。

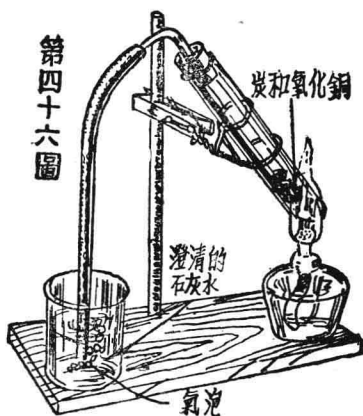
滅火器用硫酸氫鈉式的原理，如第四十五圖所示。當酸和碳酸氫鈉溶液的瓶倒轉來的時候，牠們就化合成二氧化碳的氣體，使瓶裏的水經過滴藥管射出來。實用式的碳酸氫鈉滅火器裏，酸用濃硫酸（四盎斯）；溶解在水裏的碳酸氫鈉（一磅半）是別一個成分。

某種物質和炭燒熱的時候，可以表明內含有氧。所以黑色的氧化銅和炭在試管裏燒熱，發出二氧化碳的氣體；把牠通

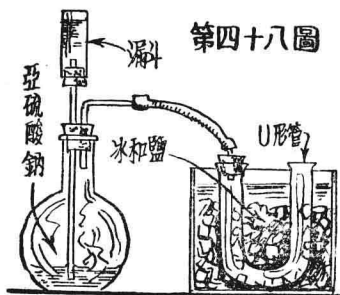
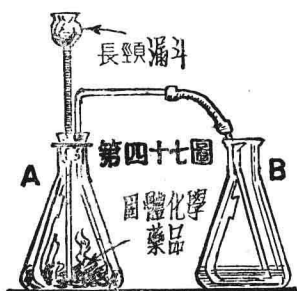


過澄清的石灰水(氫氧化鈣),自然會使石灰水變白(見第四十六圖)。氧化銅就變為銅,這可以在試管已冷的時候,察看試管的內容物以證明。

**簡單的氣體發生器** 你在實驗時製備各種的氣體,常是十分簡單的。靠酸加到金屬的作用,可以製氫;靠水加到過氧化鈉的作用,可以製氧;靠酸加到碳酸鹽——如粉筆,蘇打灰,或碳酸氫鈉——的作用,可製二氧化碳;用鹽酸加到二氧化錳,可以製氯,餘依此類推。簡單地製備氣體時,須有一種氣體發生器,可容固體,同時又可以加酸到裏面,並使所發生的氣體,可以導入一件指定的儀器裏。



一隻化學燒瓶，或甚至於一隻別的瓶，可以用作簡單的氣體發生器。在這種燒瓶或別種瓶口，應配着一個軟木塞或橡皮塞，再裝一根彎曲的或L形的玻璃出氣管，通過瓶塞。用一隻長頸漏斗，可以便利地倒酸到瓶裏去。這漏斗也得經過塞子的孔。長頸漏斗應下達瓶底（見第四十七圖）。要倒入足夠的酸，使漏斗下部開通的一端，給液體浸着。當氣體發出來的時候，由出氣管出來。倘若用一隻夾子或彈簧衣夾去夾着接在出氣管的橡皮管，阻止出氣管裏的氣流出，那末，氣體惟酸回到長頸漏斗上去，離開燒瓶裏的反應固體。這樣一來，不再有氣體產生。第四十七圖裏，A是製氣的燒瓶；B是容有液體



的燒瓶，至於讓氣體由這種液體通過的目的係隨實驗而定。

如第四十八圖所示，你可以自製一隻漏斗，來代替長頸漏斗。通到製氣燒瓶裏的玻璃管，上端裝木塞，其上接裝試管的一段。酸可以倒入這種臨時製備的漏斗裏去。用刻痕和紅熱鐵絲燙斷的方法，拿一根破碎的試管，截下一段即成。這張圖裏，又表明像二氧化硫一類的氣體，可以化爲液體的方法。這種氣體，靠着像硫酸（稀硫酸可用）一類的酸，加到亞硫酸鈉（Sodium sulphite）而起的作用，在燒瓶裏發出。酸和牠接觸的時候，氣體便自由地發出，而後使氣體經過U形管，用冰塊和鹽的混合物，或小塊的乾冰，去冷卻這U形管，於是便能使所發生的二氧化硫變爲液體。

容很小量的酸和化學藥品的另一簡單的氣體發生器，如



第四十九圖

第四十九圖所示。這是用廣口瓶製的，瓶塞中插入試管一段。試管的底，配有一個鑽過數個大孔的木塞。反應的固體，放在試管裏面；酸的溶液，放在瓶裏。當試管的一段移下至酸裏的時候，氣體便會自由地發出。這種儀器，極合製硫化氫之用。做這種

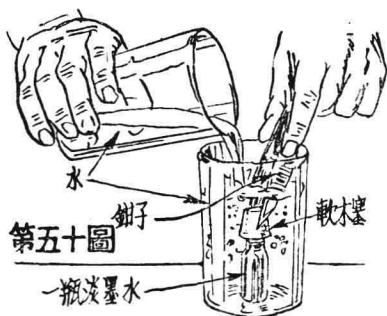
實驗的時候，放一種像硫化鐵（硫化亞鐵）一類的硫化物在半段試管裏面；拿鹽酸或硫酸和水混合，放在瓶裏。不要這種氣體的時候，祇要拿試管提上，高出酸面。可以製備幾根裝着不同的反應固體的試管，如製二氧化碳，就裝大理石片；製氫，就用鋅片。一隻彈簧式的衣夾，夾着接在出氣 L 形管上的橡皮管，可以用來阻斷氣體。一用夾子的時候，酸從試管裏退出，離開反應的固體。瓶裏的酸可以用到不再和固體起反應為止。



## 第四章 簡單物理化學實驗

你會給物理化學的實驗迷戀着。你能做到的結果，倘要加以完全的解釋，會涉及許多屬於理論性質的專門研究，是要超出本書的範圍之外的。但是，你會明白許多實驗是極易做的，而且在你的家庭實驗室裏，實具有做這些實驗所需的價廉的化學藥品和儀器。

**液體的擴散** 物理化學裏能做的最簡單的實驗，或許是表現擴散的方法的一類。做這種實驗，你要用一隻小的掬木油精的藥瓶，或小的丸藥瓶滿裝墨水和水的混合物。拿這隻小瓶直放在一隻瓶，或廣口瓶裏。用一個軟木塞放在墨水瓶口，並用鉗子夾着木塞，使不離開。瓶裏裝滿水，使墨水瓶，包括牠的木塞在內，完全浸在水裏（見第五十圖）。小心地移開木塞的時候，水會接近現在開通的墨水瓶口。這一套實驗，留存數天，不去動牠。在這個時候，可以看見墨水慢慢地從瓶裏



流出，散布或擴散在水裏，流到的地方，就有顏色。墨水的運動，可以用這個事實來解釋：就是，一切的物质，由在運動的分子組成。墨水的分子，在慢慢地但確實地運動，所以從瓶裏擴散到澄清的水裏。

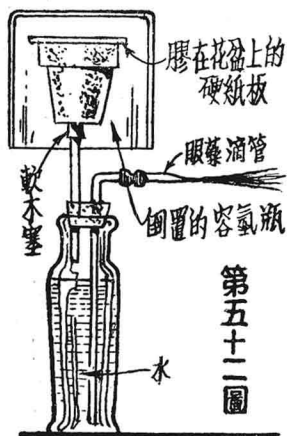
表現液體的擴散，可拿一隻橄欖瓶或別的高瓶，裝水幾滿，又放一種較重的着色液體在水的下面，來做一種簡單的實驗。即放一隻長頸漏斗在瓶裏，拿硫酸銅的濃液，經過漏斗倒下去，那末，這種重的液體，流到瓶底，停在水下（見第五十一圖）。於是，小心地移去漏斗。那較重的藍色的硫酸銅溶液，就會向上擴散或散布，數天之後，全瓶裏會充滿着藍色的硫酸銅溶液。這種溶液可以倒入一隻加記的瓶裏塞緊，做化學實驗的



時候，你常要用牠。

**氣體的擴散** 氣體和液體一樣，也會擴散。表明氣體擴散的很好的實驗，可用氫一瓶，或含氫的煤氣一瓶。

做這些實驗，你需要一隻有許多細孔的容器，如小型的花盆，泥質的起泡管，或化學實驗用品商人出售的提取鋁和鋼玉的套管。這些用具的任一種，可用在如第五十二圖所示的實驗裏。

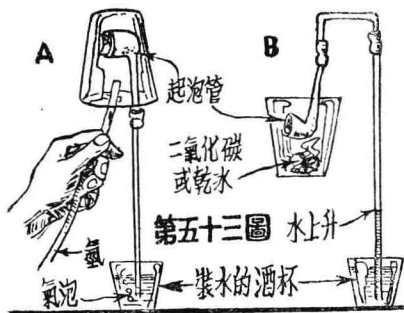


用一根長玻璃管接於多孔的用具；圖中所示，是花盆；要如此接來，除經多孔的盆邊通氣外，是不走氣的。倘若用花盆，要用一張硬紙板，塗上蟲膠或膠黏物質，去蓋緊花盆口；又裝一隻開孔的木塞，在盆底有孔處，去接着長玻璃管。這玻璃管要通到水瓶裏面。水瓶裏另裝一根玻璃管，一端浸在水下，外面一端，製

成小的尖頭。用一根短橡皮管，接着根滴藥管，就很合用。當一隻容有氫或煤氣的燒杯或水槽，倒放在多孔器的上面的時候，氫就經過小孔擴散，把多孔器裏的空氣，推到玻璃管的

下面，使瓶裏的水，經滴藥管而出。這種實驗，可稱為“氫泉”。所用的儀器的各部接合，務須緊貼。

做這種實驗更簡便的方法，是用泥質起泡管，裝木塞在那



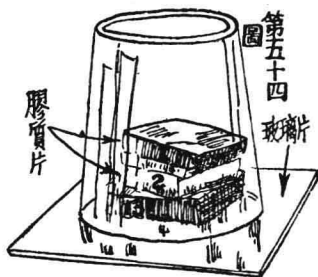
碗形的部份，如第五十三圖裏 A 處所示。在這裏，用一根橡皮管，通氫或煤氣到倒置的瓶或燒杯或水槽裏。起泡管和玻璃管，用一根橡皮管接着，

如圖所示；玻璃管的下部浸在裝水的小酒杯裏。當氫經多孔的泥質起泡管的碗形部份擠進去的時候，把裏面的空氣壓到玻璃管的下面，使氣泡自管底逃出。

你又可用乾冰，如第五十三圖的 B 處所示，因為擴散的作用，致有局部的真空，代替壓力。包容那碗形部份的大玻璃杯，應當直置，或如正常的地位安置，因為由乾冰所發生的二氧化碳氣，比較空氣更重，所以會滿留在大杯裏面。在這種實驗裏，起泡管裏的空氣，經過碗形部份的邊，比牠的外部所容的二氧化碳，更快得多。所以在碗形部份的裏面會發生局部

的真空；大玻璃杯或酒杯裏的水，會受着管外空氣的壓力，而上升到玻璃管裏。倘若你把任一擴散試驗裏所用的水着色，你可以更看清液體的上升。

**固體的擴散** 固體也會擴散到彼此的裏面。做一種表明這事實的實驗，你需要兩種不同的染料和一些烹調用的動物膠質。製一種膠質溶液，又由溶液用模型製成三小片。在已將溶液傾注於模型之後，加一些家用的染料到兩個模型裏

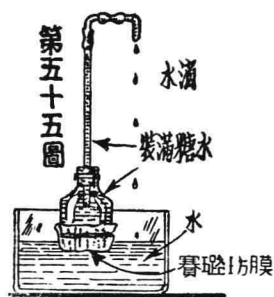


去，混合之後，聽其結硬。這樣就製備了一片本色的膠質，和兩片着色的膠質。如第五十四圖所示，拿本色的一片放在中間，上下兩片是着色的，蓋在玻璃杯或水槽的下面，如此便不會變為乾

脆。每天去察看這種“夾肉麵包”式的膠質，你會看見那着色的膠質的每片裏的染料，會散布或擴散到那未染色的一片上面去。

**奇異的抽水機** 你會歡喜看如第五十五圖所示的小儀器，所做的“抽水”動作。你也能很容易地做一具。“抽水機”

的本身，包括玻璃瓶的上半部，即用銼痕和紅熱鐵絲燙斷的方法，截去了下半部，用賽璐玢薄膜（俗稱玻璃紙）包着成“鼓膜”，



內盛糖液。瓶口裝配木塞；木塞裏開孔，接進一根直插的長玻璃管。玻璃管的上頭，用橡皮管接着數根L形的玻璃管，管的末端彎向下面。將那套着“鼓膜”的瓶，浸在水槽裏面。數小時之後，可以看見液體很穩定地上升到玻璃管裏，不

久便會從管裏流到下面的水槽內。

這種奇異的類似永續行動的“機器”會動作，係因為半段瓶裏的糖和水的分子，和外面的水的分子，常在運動的狀態。但是，外面水的分子，經過賽璐玢薄膜的，——稱為半透（局部可通的）膜——比較那些半段瓶裏滲出的水分子的數目更大。所以瓶裏的壓力增加起來，因為牠的容積增加；其中的糖水，也就上升至管子裏去，最後流到下面的水槽裏。

**“化學園”的製法** 拿各種化學藥品的結晶小粒，放到水玻璃的溶液裏去，可以做到奇異的化學的產物，常被稱為“化學園”。倘若在容有水玻璃溶液的水槽或大瓶裏，放進白沙，

深約一吋，那末，所產生的結果，可和 underwater 景色的小型透景比擬。水玻璃溶液，濃淡不拘。倘若你得着的一種，是用來保存蛋類的，你可用水沖淡一倍或二倍。你能放到水玻璃溶液裏去的化學藥品，是含鐵的鹽類，如硫酸亞鐵，氯化鐵 (Ferric chloride)，硝酸鐵 (Ferric nitrate)，或硫酸銨鐵 (Ferric ammonium sulphate)；或含鎳，鈷，錳，銅，鉻，等的鹽類。每一種結晶的小粒，到了溶液裏的時候，就開始溶解，所以便成爲牠這種金屬的矽酸鹽的沉澱。不久，這種沉澱裏面所容的溶液，比較牠的外面的水玻璃溶液更濃厚。於是便發生滲透作用，在這個時候，沉澱膨脹，因爲水玻璃溶液裏的水進去了。這一團會繼續增加牠的體積，直到整個的晶體已經變爲那金屬的矽酸鹽爲止。用放大鏡的幫助，你常能看明這種產物的實際過程。這種“園”可以維持一些時間，雖然在牠產生的時候和產生以後，不宜去移動牠。

這裏是拿上面所述的實驗，略加變化。拿亞鐵氰化鉀 (Potassium ferrocyanide) 的溶液的一滴，滴進硫酸銅的溶液裏去。可用滴藥管來容亞鐵氰化鉀的溶液。滴管可以浸在硫酸銅的溶液下面，而後一握滴管的球莖，使這無色的液體的一滴，在藍色的硫酸銅的溶液下面滲出。上述如第五十六圖



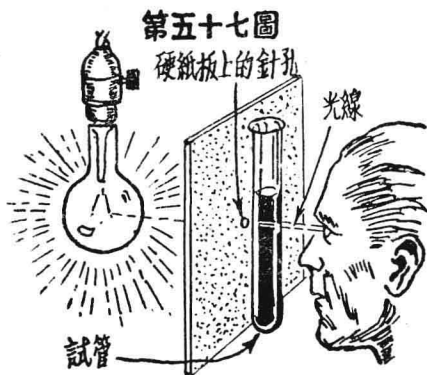
的右面所示。成爲黑色的亞鐵氰化銅(Copper ferrocyanide)的球,裏面容有亞鐵氰化鉀。黑色的薄皮,有膜的功用,會使硫酸銅溶液裏面的水進去,因此膨脹。有時候不成爲球,但是,在這種情形裏,結果是同樣奇異的,因爲有擴散的作用,會成爲像蛇的黑色沉澱。變成了球,並膨脹的時候,可稱爲化學的“河豚魚”。

用膠質做的簡單實驗 膠質化學的題材,會使許多家庭化學家有興趣。牛乳,咖啡,果醬,骨膠,都是膠質。拿水沖淡幾種摩擦用的酒精,就很容易地作成懸膠。或拿少許的松脂溶解在酒精裏(可用變性的或摩擦用的酒精),再拿這溶液的一滴,加到一杯水裏,也可以表現松脂懸膠。因爲松脂的分子,分來很小,或可以說,懸置在水裏,所以水就變爲一種懸膠,而引力的作用,在這些分子上面,不發生影響。



膠質溶液的簡單試驗，可使光亮的燈光，經針孔而產生一道小而亮的光線來做到。這道光線經過你在試驗的溶液。倘若這溶液是一種膠質，那光線就變為一道光亮的光線，很像

夜裏照到天空的探海燈所發的光（見第五十七圖）。



數滴含鐵的氯化物（氯化鐵）的溶液，加到裝沸水的燒杯裏去，會產生膠體氫氧化鐵的溶液。這溶液冷了的時，是

深褐色的，可如第五十七圖所示，加以試驗。

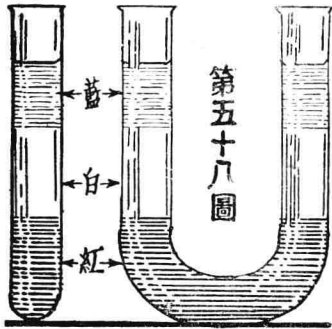
倘若你能從照相材料店裏，買得少許氯化金（Gold chloride）（祇需要像針頭大小的一點），放在半杯水裏溶解，又浸一塊鋁片在裏面，就會有膠體的金沉澱；因為懸置的金的分子，分來很小，所以這溶液是藍色或紫色的。這些分子可以繼續懸置到數年之久，這是我們已知道的。要有幾天功夫，才能使這種金懸置。

拿高錳酸鉀做成稀的溶液——要呈紫色但可以透視印刷品的。拿一些過氧化氫 (Hydrogen peroxide) 的溶液加進去，成爲褐色的膠體二氧化錳。用射光的方法去試驗。通常家用的或藥箱裏的過氧化氫就很合用。

膠體溶液也可以用在擴散的實驗裏。拿幾根試管，裝白明膠溶液半滿。白明膠沉澱了的時候，倒一些甜菜汁到一個試管裏去；另一個試管裏，倒進一些如上面所述的膠體氫氧化鐵；另一個試管裏，倒進一些冷咖啡；另一個試管裏，倒進一些如墨水的染料。這些不同的着色的膠體溶液，會具着不同的速度，透入或擴散到先置的白明膠裏去。

**試管裏的色帶** 一種很好看的擴散實驗，結果會在容有紅色白明膠的試管裏構成紅，白，藍三色的色帶，是易做的。按照通常家用白明膠的包裹上載明的用法，做一些膠體溶液。在熱的時候，拿一些亞鐵氰化鉀的溶液，和少量的氫氧化鈉（鹼水也可以用），和幾滴酚酞試劑加進去。這樣可以使白明膠變爲淡紅色。拿這熱的混合物，倒進試管或U形管裏去，讓牠去凝冷或硬化。這個如第五十八圖所示。其次，拿含鐵的氯化物（氯化鐵）的稀液，倒進試管，或U形管裏的白明膠上面。數小時之後，氯化鐵會擴散到白明膠裏去。這樣就使

亞鐵氰化鉀和鐵發生化學反應，結果構成鹽酸；鹽酸會退去白



明膠的顏色。在這個過程裏，亞鐵氰化鉀裏的亞鐵氰化物，已和鐵起反應，且仍在起反應，成為亞鐵氰化鐵 (Iron ferrocyanide) 或普魯士藍。這些化學的分子運動的速度，使顏色有分離的結果，變為紅，白，藍等三種色帶。試

管宜蓋塞，那末，管裏的白明膠不會乾去。照這樣做成的有色帶的試管，稱為“亞歷山大的愛國管”，是根據這種實驗的創始人命名的。

你可以如上述的實驗，用別種化學藥品溶解在白明膠裏，去構成含白明膠的色帶管。拿醋酸鉛的溶液和白明膠混合，倒進試管裏去結硬，而後加一些碘化鉀 (Potassium iodide) 的溶液到白明膠上面，留存數天；就會由碘化鉛構成色帶。

另一相似的實驗，是加重鉻酸鉀的稀溶液到熱白明膠的溶液內，讓白明膠在試管或U形管裏結硬去做成的。在已加了重鉻酸鉀的白明膠上面，當白明膠已結硬的時候，倒進硝酸

銀的溶液，這樣所成的色帶，是由重鉻酸銀(Silver dichromate)組成的。

**表現吸附作用的實驗** 困惑家庭化學家的實驗，是關於吸附作用的一種。幾滴氯化鋇(Barium chloride)的溶液，加到任一硫酸鹽——如硫酸鎂(Magnesium sulphate)或硫酸鋅——的溶液裏去的時候，就產生硫酸鋇(Barium sulphate)。倘若你拿高錳酸鉀的小結晶粒，放在硫酸鎂(瀉鹽)的溶液裏去溶解，那溶液會變為紫色的。倘若現在加一些氯化鋇，就會如前構成硫酸鋇；但是倒在濾紙上由漏斗濾清，用水洗過，牠還是紫色的，可以看見。不論用多少水倒在沉澱的上面，紫色決不會退。據說白色的沉澱，已經吸着了高錳酸鉀，所以得着紫色。

膠質是有很大的吸附力的物質。用一隻清潔的馬口鐵做的小罐，裝着幾片膠質(乾的，不是液體的膠質)，放在熱水裏去熔解。待冷，將小罐擱起使乾。膠質會因為吸附的作用，緊附於罐的內壁，而罐邊會被拉入。照同樣的情形，甚至於會破碎玻璃的燒杯。

炭吸附水和氣的作用，是大家知道的。雖然炭末似是很乾的，拿一些在試管裏燒熱，常能發出水分，凝結在試管內壁

的上面。

有的物質是有一層空氣吸附在上面的。這層空氣黏得很緊，非加熱，或壓力，或類似的力，不能分離。例如：炭粉和



通常街道上的塵埃，都有一層空氣，吸着在上面。拿同分量的炭粉和玻璃粉的混合物，用窗紗一方，篩入水裏，就會很奇異地分為組成的分子；玻璃沉入水底，而炭會浮在水面。玻璃立即給水浸溼而下沉，但是炭給一層空氣浮托着。這種混合物，當初是黑的，所以不能看見玻璃的分子。但是，篩到水裏去了以後，好像做魔術一樣，就看見玻璃出現（見第五十九圖）。

**金屬的漂浮** 用一隻普通瓶，可以在一種很好看的小實驗裏，顯然表明用起泡的方法，使礦物漂浮。用少量如用在製香蕉色油漆裏的銅，放在容有比牠重十五倍的已篩過的沙的瓶裏搖着；而後加水到瓶裏，再加幾滴硫酸或別的酸；又加一層油（如橄欖油，重滑潤油，或棉子油），深約半吋，隨着加進

滴煤油。而後再搖這混合物，聽牠沉澱。沙便會沉在底上，油泡升到上面，帶着金屬的分子上來。這種實驗，表明壓碎了的礦苗裏所含的金屬分子，能和那商業上無價值的岩石分離的方法。

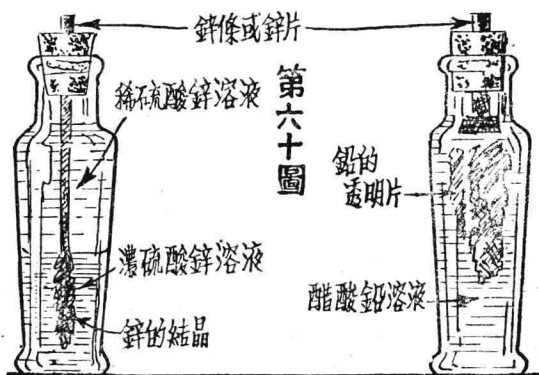
## 第五章 電化學的實驗

化學裏最有趣的實驗，有些是藉電的幫助做成的。這一種科學，名爲電化學。做電化學的實驗，你需要直流電源。這個可以從幾隻乾電池，一隻蓄電池，或倘若你巧合地住在有直流電的區域裏，就可以從家裏的電燈電路裏得着。做玩具用的變壓器，祇能有交流電的動作，是不合用的。倘若你沒有一隻良好的蓄電池，或甚至於沒有幾隻乾電池，你還是可以用幾種化學的溶液和某種金屬，其作用是實能認爲有電化學的性質的，來做幾樣有趣味的遊戲。

拿兩種不同的金屬，插到一種化學的溶液裏去，常能製成一隻簡單的化學電池。所以一片銅和一片鋅，浸在稀硫酸裏，就製成很簡便的“溼電池”。你可以用電綫繞羅盤五十圈，拿電綫的每一端，和金屬片之一接着，就能察出這樣的電池裏所發出的電流。在接線以前，注意到羅盤針要放在線圈之下，

和線圈平行。倘若電流經線圈流動，針會轉到和線圈成直角的地位。

但是，實在你並不需要兩種不同的金屬，去產生這樣的電流。你也可以用兩種不同的溶液和一種金屬；或一種金屬和兩種物質相同而濃淡不同的溶液。例如，倘若放硫酸鋅的濃液，在高如橄欖瓶的瓶裏，上面小心地蓋着一層稀的溶液，又放鋅條或鋅片在瓶裏，那末，由於電化學的作用，鋅的上部，會被溶解；鋅片下部，會鍍着美麗的鋅的透明晶狀沉澱（見第六十圖）。也可以拿硝酸銅（Copper nitrate）或硫酸銅的溶液，和銅條或銅片合用。做這種實驗的時候，你可以拿鋅在用水沖淡的硫酸裏溶解，去製硫酸鋅溶液。你也可以當鋅正在

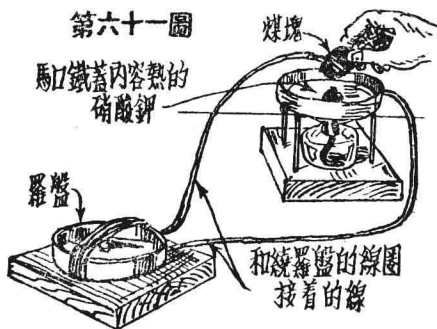




溶解的時候，用發出來的氣體做幾種前面已說過的用氫的實驗。

倘若拿鋅條或鋅片，浸在醋酸鉛的溶液裏，閃光的鉛片會積聚在鋅的上面（見第六十圖）。這種產物是極美麗的。這是必定靈的實驗，常有效的。這產物已停的時候，倒少許的油在瓶裏的液體面上，使空氣隔絕，以預防蒸發。

你可以拿一塊煤和放在馬口鐵罐蓋裏熔化了的硝酸鉀

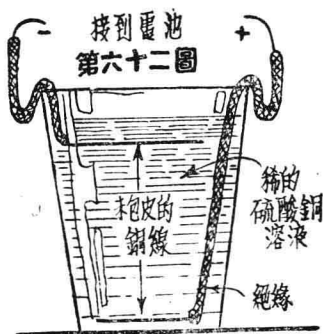


接觸，使牠氧化。倘若你拿電線繞着煤塊，和你的羅盤檢流器的線圈的一端接着，你也可以得着電流，照這樣就可以察出。線圈的另一端，接到罐蓋。當碳（煤）

和已熔化的硝酸鉀接觸了的時候，針會偏轉（見第六十一圖）。乾電池裏的炭條，可以用來代煤。

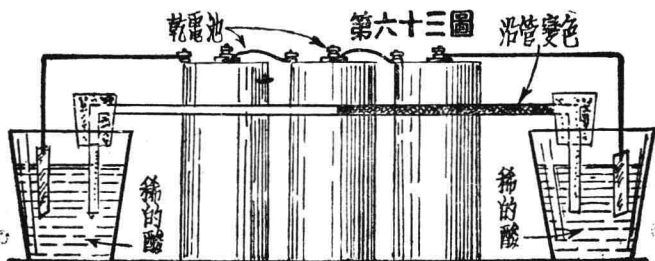
如第六十二圖所示，裝兩根銅線在硫酸銅的稀溶液裏。拿銅線接上電池。數分鐘以後，負電線一邊的溶液，會變為無

色的；正電線一邊的溶液的顏色，會變為更濃的。清潔的鋼質



鎖鑰，或他種無油的鐵質物件，接在負電線上，浸到硫酸銅的溶液裏，會鍍着銅的。照同樣的情形，尤其是銅或黃銅的物件，可以鍍上鎳，假使用硫酸銨鎳 (Nickel ammonium sulphate) 的溶液，去代替硫酸銅的溶液。

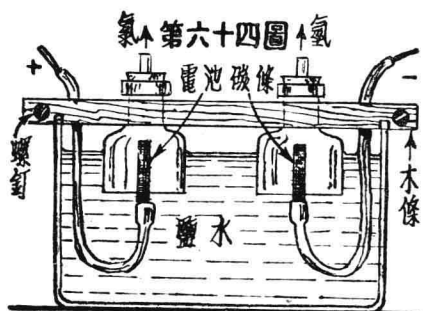
上面實驗裏銅線之一的一邊化為無色，是因為銅游子 (Copper ions) ——帶着電荷 (Electric charge) 的銅原子——在溶液的這部份裏消失所致。有一種類似的實驗，用來決定游子的實在速度的，可用第六十三圖所示的儀器裝置去做。



那橫置的玻璃管，接通兩個木塞和兩根短玻璃管的，裏面容着烹調用的白明膠的熱溶液約半茶匙；這白明膠曾在約五盎斯的熱水裏溶解，水裏容鹽一撮，又加入混有酚酞試劑的溶液一二滴的氫氧化鈉一滴，用來着色。當彎管裏的溶液冷了的時候，就是可以導電的紅色膠質。然後如圖所示，將兩端的管子，浸在稀硫酸溶液裏。接通電池，就可以看見膠質逐漸變為無色。

當然，你可以用一根長玻璃管，兩端彎成直角，做成浸下去的管子；但是或許你更喜用如圖所示的簡單的方法，藉以免去彎管的工作。裝熱白明膠溶液到管裏去的時候，不要有空氣泡在裏面發出來，因為有了空氣泡，電流就不能通過管子。

一具電解式氣體發生器，可以用電流來產生不同的氣體，



如第六十四圖所示。兩隻小瓶，截去一半；上半裝在兩根木條之間，木條放在水缸或一隻大瓶的下半的邊上。小瓶口裝配木塞，鑽孔去接玻

璃管。拆下兩根手電筒所用電池內的碳條；鍍一根緣絕線，到每條的銅帽上。這絕緣線要是堅硬的，那末，碳棒不會彎轉，可以保持着在截斷瓶頂的下面。拿碳棒接到乾電池或蓄電池。缸裏裝着要試驗的溶液。如用鹽水，則在與負電極相連的碳棒上產生氫，而在與正電極相連的碳棒上會產生氯。這兩種氣體，可以收着，備以後應用。別的溶液也可以類似地電解。例如，略含酸的水，會發出氫和氧。那乾電池的碳條，要裝來極近，靠着玻璃瓶的內壁。這樣可使電流暢通，因為電阻減少了。

一張溼紙，曾在鹽和酚酞試劑數滴的溶液裏浸透，給兩根電線壓着，常可以決定直流電源的兩極性。負電線接觸着的一部份，紙色變為紫紅。倘若兩根電線所接觸的部份，都變為

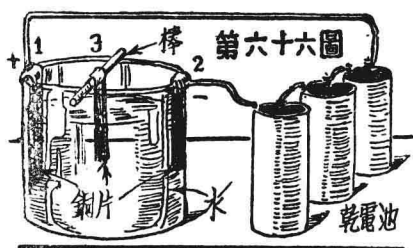
淡紅的，那末，這電流是交流的。你也可以用白紙浸在碘化鉀或碘化鈉裏面。在正電線的一邊，會變為褐色。

如第六十五圖所示，插兩根電池的碳條，通過裝在瓶口的木塞，可以製成永久可用而



且很輕便的測極器(Polarity indicator)一具。每根碳條的銅帽上,鍍着一根電線。瓶裏裝氯化鈉(Sodium chloride)——食鹽——的溶液,並加酚酞試劑的溶液數滴。電線接着直流電的時候,接到負電線的碳的部份,會變為紅色的。略加搖動,又可以使之回到無色的狀態,以備再用。

電化學裏一種奇異的實驗,稱為“用第三電極的電解”,可用如第六十六圖所示的簡單的裝置去做。用一大杯或一

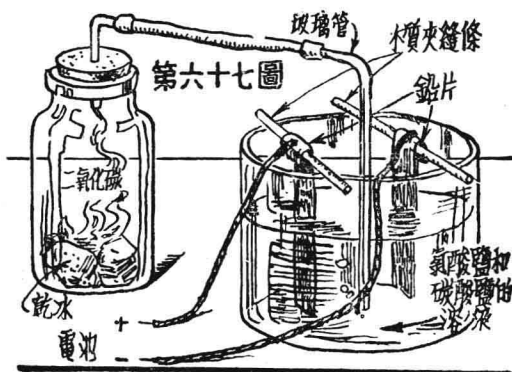


燒杯的水。水裏懸着三條新揩清潔的銅片(有1,2,3為記)。銅片1接於數只串聯乾電池的正電極;銅片2接於串聯乾電池的負

電極。第三電極或銅片3不和電池相連接,但懸在水裏,介於與電極相聯的兩銅片之間。通電數分鐘之後,因為氧化銅的構成,那未接着的銅片的表面,靠近正極的一面上,會變成暗色。有時候,有氫和氧的混合物發出來。鋅片或鎂片,可用來代替銅片。

**自製化學藥品的方法** 化學裏電流的實用,在於製造化

學藥品，純淨的金屬和染料等。你可以用電極，玻璃缸，鹼性化學藥品，和直流的電源，去做幾種簡單的化學藥品。你的出品可適於你的家庭實驗室裏，作為試驗材料或製造幾種有用的化合物之用。



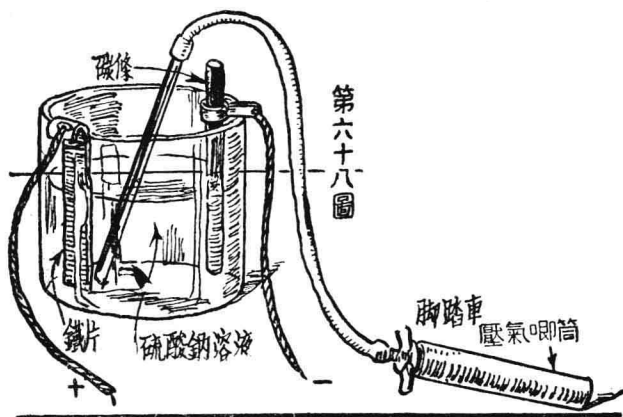
用一隻很簡單的電池，可以很容易地表演製鉛白的方法，——鉛白就是用在油漆裏的白色顏料。如第六十七圖所示，排列那個電池。你需要兩塊鉛片作電極。包裹茶葉或煙草用的厚鉛皮，倘若重疊着數層，也可以用。將鉛片的每一電極，和電池接着，——或用蓄電池或幾隻乾電池。你需要大約500立方厘米的水做成電解質的溶液；溶液裏溶解氯酸鉀（或氯酸鈉，Sodium chlorate）六七克，碳酸鈉或碳酸鉀約二克。

通電流時，反應開始，但是直到二氧化碳的豐富的氣流，通到負電極鉛片的液體裏，才能構成碳酸鹽。

你可用一種如鹽酸的酸，加到大理石片或發酵用的蘇打裏，去起作用，以製二氧化碳；但是，倘若你用數塊乾冰，放在一隻瓶裏，你能夠製這種氣體，得着更穩定的氣流。這隻瓶要塞緊，如圖所示，用玻璃管和橡皮管去接着電解的電池。產生的鉛白係懸置在液體裏，這因為二氧化碳有激動作用的緣故。但是，當實驗完畢時，大約在半小時左右，因鉛白很重，就積聚在底下。要用徐徐傾注的方法（參閱第八章）去收集，加以沖洗，然後濾清，留在多孔的紙（如紙巾或幾張紙製的餐時用的手巾）上面乾燥，因為這種紙能吸收過多的溼氣。

另一易做而又灌輸智識的實驗，是製造氧化鐵。用硫酸鈉（Sodium sulphate）的溶液作電解質。你可以拿一滿匙的硫酸鈉，在一品脫的水裏溶解以製成這溶液。用一根碳條和電池的負極接着；又用一片鐵和電池的正極接着，作為電解時的兩個電極。當電流通過時，你可以用足球壓氣唧筒或車胎壓氣唧筒（見第六十八圖），吹氣泡經過溶液，使溶液裏充滿空氣。製成的氧化鐵，從鐵片的電極分出來；最好讓氣泡對着鐵片的這一邊放出。這褐色的氧化鐵，要用徐徐傾注的方法洗

濾，放在塞緊的乾瓶裏保存着。



密陀僧 (Litharge) 是鉛的氧化物，稱爲一氧化鉛 (Lead monoxide)；牠的分子式是  $PbO$ 。可用電解的方法，變爲過氧化鉛 (Lead peroxide)——鉛的更高的氧化物。電解質，或電解池內的溶液，應含食鹽百分之二十，但食鹽的精確量，並不重要。將一茶匙的食鹽溶在四盎斯的水裏就可以用。一個電極(鉛或電池裏的碳一片)和電池的負極接着。另一電極，可用碳條。拿一些一氧化鉛(密陀僧)粉，倒進玻璃的電解池裏去，而後接通電流。當電流正在通過的時候，應打氣或用玻璃棒去攪動一氧化鉛。不久，黃色的一氧化物就變爲褐色的



過氧化鉛。電流已流通了數分鐘後，即可關斷；用徐徐傾注的方法，洗滌過氧化鉛；乾了的時候，保存在瓶裏。倘若拿這種物質放在試管裏燒熱，通硫化氫入管，就立即和硫化氫化合。

用兩片鉛作電極，硫酸鈉約半匙，溶在 500 克（五百立方厘米或約半品脫）的水裏，作為電解質或溶液，也可以製有用的過氧化鉛。氯化物一撮（如氯化鉀 Potassium chloride）和硫酸數滴，也可以加到溶液裏。當然，在這個實驗裏，你不必用一氧化鉛作原料，因為鉛會從鉛的電極裏產生出來。電極在用前要擦亮，藉以保證可做到良好的連接。

你在做下面極易做的實驗，可於守候的時候，去製硫黃的細粉或沉澱的硫黃。經水通出二氧化硫（Sulphur dioxide）的氣泡，製備一些亞硫酸（Sulphurous acid）。你可用一種酸與亞硫酸鈉或酸性硫酸鈉等起作用，去製二氧化硫的氣體。亞硫酸是很弱的酸，你不會被牠傷害。放溶液或酸在小燒杯或酒杯裏，又插一根銅鋅電偶（Copper-zinc couple）在液體裏。你可以拿一片銅和一片鋅，在一端夾合，再彎轉來做成這樣的電偶，那末，兩片互扭着，得着良好的電的接觸。將電偶張開成 V 字形，倒浸在亞硫酸裏，如第六十九圖所示。電流即

在銅和鋅間發生，經溶液或酸裏流通。酸被電流分解，遂有硫

黃的細粉游離，現出如白的渾濁物或沉澱。



用和上述試驗同樣的物料，可以表現極化(Polarization)的現象。分開銅鋅電偶，每種金屬上接一導線，聯於毫安培計或小羅盤檢電器

等量電流的儀器上。拿這兩片插入稀硫酸溶液裏，就會產生電流，給指示器紀錄出來。但因為銅片上蓋着了一層氫的氣泡的緣故，電流發生不久，隨即停止。這種氣泡，有瓣(Valve)的作用，可隔斷電流。這樣就叫做電池的極化。倘若紮一塊布在棒上，去揩銅片，除去氣泡，電流會再通。在電池裏，無論乾電池或溼電池裏，倘若不用“去極劑”(Depolarizer)——二氧化錳——去和氫化合，防止氣泡有阻電的作用；那末，氫氣泡會使中央的碳條極化的。

**簡易電鍍法** 在鐵或鋼或黃銅的物品上，鍍着一層鎳或銅，是不難的。你會知道電鍍的手術裏實在最難的一部份，是使要鍍的物品清潔，或電鍍工作的準備。要受電鍍的金屬，必須沒有鏽，沒有污穢，甚至於不可接觸手指上的脂肪。祇有勤

用鐵絲擦刷，用肥皂在水裏擦洗，再用淡鹼水輕洗，才可以辦得到。最後一步，在水裏洗清鹼水。這要受電鍍的物品，才可以放在電鍍槽裏。要連接於蓄電池或其他 6 伏特的直流電源的負極；乾電池固然可用，但是不能持久。

倘若這物品是鐵的或鋼的，要得着最好的結果，可先鍍銅，再鍍鎳。鍍銅的溶液，可以用下面的成分配合：

硫酸銅	1 盎斯
羅舍爾鹽(Rochelle salts)	5 盎斯
水	1 升

拿硫酸銅溶在一半的水裏，又拿羅舍爾鹽溶在其餘的水裏，然後混合這兩種溶液。混合的結果，是現深藍色。倘若有許多沉澱在裏面，可加氫氧化鈉進去，直至溶液澄清為止。這就稱為銅的鹼性溶液。浸鐵在溶液裏，連於電池的負極，同時將銅片浸在溶液裏，連於電池的正極，進行電鍍。

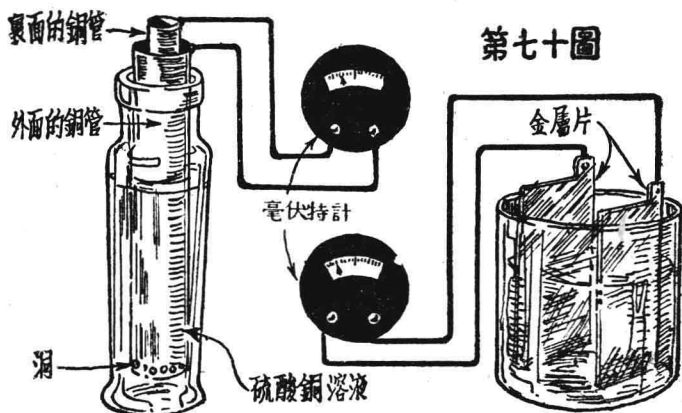
鍍鎳用下面的溶液：

硫酸銨鎳	1.5 盎斯
水	16 盎斯

銅或黃銅的物品，可用上面的溶液直接電鍍，不必先鍍銅。和電鍍的別種方式一樣，被鍍的物品，必須和負極的電線

接着。用鎳的溶液電鍍時，鎳片要和正極的電線接着，和被鍍的物品，同浸在溶液裏；但是，當然不要和被鍍的物品接觸着。鎳片的用途，是當溶液裏所含的鎳，已經澱積到被鍍的物品上面去了的時候，來補充溶液裏的鎳的。最好用可變電阻或電阻器和電鍍槽及電池串聯 藉以調節電流。

**光電池的製法** 光照到含金屬的鹽類的溶液裏所置的該金屬片上，能產生電流。這種金屬溶液的組合，稱為光電池。參閱表示兩種光電池式樣的第七十圖，你就立即會懂牠的製法。



第一隻電池是一隻裝稀硫酸銅溶液的橄欖瓶。 兩根銅

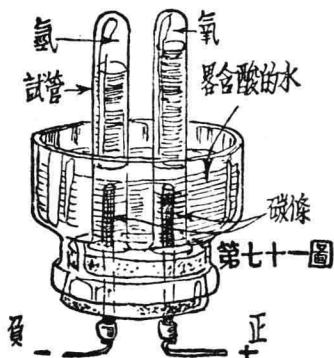
管插在溶液裏，一根在另一根的裏面，彼此並不接觸。銅管務須清潔；放在溶液裏以後，留置數天，等到外面的銅管上面，已經蓋着一層氧化銅。這是感光層。將電池和感光指示器——如毫伏特計 (Millivoltmeter) 或電流計 (Galvanometer)——接着，就可以指示電流的通行；但是強光照着外面的銅管或電極的感光層上的時候，就產生更強的電流，或更多的電流會流出。所以，光會產生電流。裏面的管子，可用銅片或銅條去代替。

第二隻電池，是構造更簡單的。僅有兩片銅放在硫酸銅的溶液裏。這兩片銅和毫伏特計接着的時候，你可以看到，兩片之一感光的時候，就會產生電流。

製造這種簡單的光電池的時候，除銅外尚可用別種金屬。例如，兩片鎳也可以應用；但用鎳時，溶液必得是含鎳的鹽類，如硫酸鎳 (Nickel sulphate) 就對。同樣可用兩片鋅；但如係用鋅時，溶液必須是含有鋅的，如硫酸鋅或硝酸鋅 (Zinc nitrate) 之類。這些金屬片必須留置在溶液裏數天，使生出氧化層，然後才能起電池的作用。倒石蠟油一層於溶液的面上，可使溶液不蒸發。像第一隻電池裏，是橄欖瓶用作容器，那末，銅管可略短，瓶口加蓋塞着，將接着管上的線通過塞子，

再連於指示器。

**水的電解** 第七十一圖表示分解水的簡單儀器的製法。



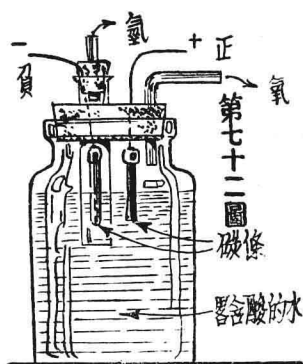
廣口瓶的上半部，用作略含酸的水的容器。配在瓶口的塞子，插進兩根碳條，是從無用的電筒的電池裏取出的。這兩根碳條，和幾隻乾電池或蓄電池接着。瓶裏裝着稀的酸液；試管裏先裝滿水，用拇指揷着管口，倒置在稀酸溶液裏。倘若用濃酸十滴，

滴到半品脫的水裏，這種稀酸溶液不會傷手。當然，也可以先塞着試管，而後倒轉，在水下再從管口移去木塞。

通電流時，繞着負極的碳，有氫產生，會升上來，集於試管的下面。在另一試管裏，會有氧產生。氫有兩分，氧有一分。木塞和碳棒間可敷着溶解了的石蠟，以免漏水。用後將儀器洗淨。

倘若你以為截斷大瓶作如上所述的氣體發生器，頗為困難，你可以看到如第七十二圖所示的氣體發生瓶，更易製成。

即於瓶塞內插進一根試管，瓶裏裝有稀酸溶液，電解時，氫便集在試管的裏面的一部份。氧集在瓶裏，經過彎曲的玻璃管逃出，如圖所示。從電池接來的電線，經過木塞的，須用熔化了的石蠟封着，以免漏氣。滴石蠟到木塞的上面後，用熱的鐵棒使牠流進去。祇有照這樣做，才可以用石蠟封瓶，使全不漏氣。



## 第六章 簡單的化學試驗

試紙是很有用的，可以決定一種物質，是酸還是鹼。紅色的石蕊試紙，受着鹼類的溼氣就變藍，藍色的石蕊試紙或紙條，受着酸類的溼氣就變紅，是便利的普通用品。這兩種試紙，裝瓶出售，要蓋緊保存。

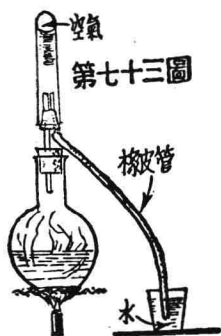
**天然的化學指示劑** 你可以從幾種不同的天然有色的物料，自製試紙。鬱金是一種草根，許多雜貨店裏有售，是曾經研碎的；溶解在酒精裏，會成黃色的溶液。浸白紙在這種溶液裏，乾後可用以試驗鹼類；因為鹼類會使之變為褐色。硼砂的溶液，或含有硼素的溶液裏，略帶酸的時候，將一張紙條浸在溶液裏，會變為紅色的。金絲桃或蜀葵的花，浸在水裏；將這着色的溶液塗到紙上，乾後，這種紙也可以用作指示劑。這樣製過的紙是藍色的，遇酸就變紅，遇鹼類就變為略藍



的綠色。紅的天竺，牡丹花，撞羽朝顏屬的花 (Petunia flowers)，紫羅蘭花，鳶尾屬的花 (Iris flowers)，大黃汁等，也可以製成化學的指示劑，祇要將花瓣或植物在水裏搗碎，紙浸在溶液裏就是。這樣製過了的紙，遇酸且受溼的時候，常會變為紅色的。紅的捲心菜葉，在熱水裏搗碎了的時候，也可以用作指示劑。多種水菓，如越橘，櫻桃，接骨木的漿果等，也可以用來辨明酸和鹽基(即鹼類)。

酚酞試劑的溶液，每次最好用一二滴，保存這種溶液在緊塞的瓶裏。將滴藥管裝配在瓶塞裏，以便除下木塞的時候，滴藥管一同出來，裝有溶液，就可以用。為製備酚酞試劑起見，可將這種白粉溶解在變性的或別種的酒精內。

**水內所含空氣量的測定** 我們可以拿水來加以試驗，決定牠含有多少空氣在裏面，祇要燒沸作試料的水，實行收集放出的空氣，並量定放出的空氣。水所含的空氣，係溶解在水裏。要試驗的水，裝在燒瓶裏。燒瓶和倒置的試管，用玻璃管接着通氣，再又將試管和一隻容水的大玻璃杯或燒杯接



着，如第七十三圖所示。這全套儀器裏，都裝着要試驗的水，不要有空氣泡在裏面，然後燒熱燒瓶。溶解在水裏的空氣，從溶液裏出來，上升至試管裏，給試管收集着。因為熱會使水膨脹，所以超出的量，用玻璃杯或燒杯接着。水裏所含的空氣量，是十分驚人的。用一根線在上面試管裏空氣開始的一點上作記，在試驗結束了以後，裝水到試管裏作記的一段，而後倒水到量杯裏，就可以量定所含空氣的分量。

**硼素的試驗** 倘若用如第七十四圖所示的儀器，立即可以檢驗出，硼砂(Borax)和硼酸(Boric acid)等物質內所含的硼。要試驗的物質，裝在燒瓶裏面，加進酒精數盎斯——可用變性酒精——和濃硫酸數滴。然後燒熱這種溶液，在這溶液燒沸之後，在燒瓶的玻璃管上面所裝的玻璃管的上端，燃着火焰。酒精的蒸汽，會在這管子的上端燃燒；倘若燒瓶裏所容的物質，含有硼在裏面，那末，在燃燒的酒精蒸汽，會有綠色。硼和酒精的一部份化合，成爲一種氣體；這氣體着火時，發生綠焰而分解。幾種商場出售的洗髮劑裏，容有大量的硼砂。你可以用這種洗髮劑作試料，用上面



所述的儀器，檢驗出硼的成份。洗眼藥水或眼藥裏，也含有硼，那是硼酸內所含的。

**“馬口鐵”裏尋鐵** “馬口鐵”罐，不是全用錫製的，祇要看到牠和磁石之間的吸引，就可以證明。錫並不是有磁性的，鐵是有磁性的，就因為有這種鐵質，所以馬口鐵罐可被磁石吸引。“馬口鐵”罐，就是加上了一層錫的鐵罐，使牠不生銹。但是，你可以用化學試驗，來證明“馬口鐵”罐，實在含有鐵。用馬口鐵匠的剪刀，剪下馬口鐵一小片，放在加水沖淡的硝酸裏溶解。再加進硫氰化鈉或硫氰化銨(Sodium or ammonium sulphocyanide)(硫氰酸鹽)一滴，就會變紅，可證明有鐵。

二氧化碳，溶解在水裏，即成碳酸(Carbonic acid)。這種極弱的酸，能溶解銅。在容有銅片和水的燒瓶裏，加進一塊乾冰，或二氧化碳到裏面去。塞緊這燒瓶，數天之後，加氫氧化銨少許，那淡藍色的沉澱，多加一些氫氧化銨進去，便會溶解，成為深藍的溶液，就可以表明銅已經給弱的碳酸溶解了。

**湯鍋上的釉藥** 從一隻舊的琺瑯質的湯鍋上取得的釉藥，是家庭化學家做試驗用的有趣的材料。從鍋上斫下琺瑯質，用一些酸性碳酸鈉(Sodium bicarbonate)，和家用鹼一小片裝在鐵坩堝或馬口鐵罐蓋裏加熱，加熱時應用本生燈；釉

藥便會分解。已冷卻時，加水，煮沸，然後濾清。再加酸到所得溶液的一部份裏去，直到能使藍色石蕊試紙變為紅色，顯明地表示溶液裏已含酸為止。再燒沸，放一片銅在溶液裏。倘若這銅片變為灰色或黑色的，就表明那藥內含有砷。

通一些硫化氫的氣體，到上述略含酸的溶液的另一部份裏去。倘若有黑色的沉澱，——當是硫化鉛——就表明那藥內含有鉛。

再用一些上述的溶液，加鹽酸使變酸；浸一張鬱金紙片在溶液裏，然後將紙置於暖處乾燥。如呈褐色就表示藥裏含有硼酸鹽。

**茶裏的鞣酸** 鞣酸是茶的一種成分。茶葉浸在熱水裏一二分鐘的時候，祇能提出這物質的少許。但是茶葉擲在熱水裏，煮沸數分鐘之久，就可以提出大量的鞣酸，使茶味變苦。你祇要加同量的硫酸錳鐵的溶液，到每種茶的小量裏去，就可以證明：已煮沸了數分鐘的茶，比祇泡了一二分鐘的同樣的茶，含有更多的鞣酸。含有更多的鞣酸的茶，會比別一種變為更黑的。

**碳酸鹽的試驗** 一種酸加到一種物質裏的時候，物質的起泡，就是含有碳酸鹽或酸性碳酸鹽的表現。起泡即是二氧

化碳的氣泡忽然放出。焙粉，洗滌粉，治不消化的藥片，擦亮金屬的粉等，都含有碳酸鹽或酸性碳酸鹽；祇要將一種酸加到這種物質上，立即有二氧化碳的氣體產生，就可以證明。你也可以通這種氣體，到石灰水裏，成爲碳酸鈣的白色沉澱，表現這種氣體的存在，作爲確證。

**補藥裏的鐵** 將用作滋補身體的藥或補藥，和稀硝酸混合燒沸，然後濾清，可以試驗有鐵存在。倘若這種液體變爲太黑，可用水去沖淡。加少許鞣酸或濃茶，到這種液體裏去，即有黑色的沉澱發生，表現有鐵存在。如加一二滴硫氰化鈉或硫氰化鉀 (Potassium sulphocyanide)，是一種更確定的試驗。倘若有鐵存在，會成紅色。

**過氧化物的濃度** 在多數的藥箱裏，可以尋得着過氧化氫；存久了，會失去牠的效驗，因爲氧從液體裏放出，遺下來的祇是水。試驗過氧化物的簡單方法，是將鹽酸一二滴，加到試管內的試液裏，又加重鉻酸鉀的溶液數滴，而後燒熱試管的內容物。倘若有藍色或綠色出現，那過氧化物，還是好的。你也可以取這過氧化物少許，裝在試管裏燒熱，用一根燒紅的或冒煙的繩去試驗放出的氣體。倘若那根繩發火光，即有氧放出，表明那過氧化物還是可用的。

**是水麼？** 燒熱許多物質的時候，有水產生。這種水或僅是被物質吸收的，或是燒熱的時候，因物質的破壞蒸餾而產生的。要證明一種物質燒熱了的時候發出來的一滴一滴的液體，是否為水，可用燒熱硫酸銅的小結晶體所製成的白色結晶體，和這液體的一滴接觸着。這白色結晶體，是不含結晶水分的硫酸銅。當水和牠接觸的時候，立即變為藍色透明的形式。裝糖在試管裏燒熱，會發出水 and 焦糖。再燒的結果，會變為純炭。這是製實驗用的炭的一種好方法。

**砷的試驗** 砷——有毒的元素——是消滅齧齒類動物的化合物裏的一種成分，植物的噴霧劑等化合物裏也含有牠。你可以裝少許在試管裏，照直立的位置握着，去查驗任一物質裏，有無砷的存在。加進鹽酸少許和鋅一片，用一張潤溼了的濾紙，蓋着試管口；紙上放硝酸銀一小粒；倘若有砷，硝酸銀會變黃的。這種試驗，是很銳感的；所以如果鋅裏含砷，也許會現黃色。所以祇能用純淨的鋅。這種試驗，稱為谷才特氏試砷法(Gutzeit test)。

**焙粉的試驗** 因為焙粉的成分裏，有多種元素，所以很適用於做簡單的試驗。

加水到焙粉裏面，發出二氧化碳；倘若拿一根硬橡皮棒，

在石灰水裏浸溼，旋即插入放出的氣體裏，那末，棒上會有碳酸鈣的白膜。那白色從黑的背景看來，會格外顯明。

加少許稀碘液，到潤溼的焙粉裏，可以試驗澱粉的存在。倘若有澱粉，會成藍色。澱粉是用來保護焙粉的，使牠在應用之前，不受着潮溼的影響。

加水到沉澱裏，燒熱以後濾清；又加硝酸一二滴和鉬酸鉍(Ammonium molybdate)的溶液一二滴到濾過的液體裏。加熱，又留置數小時。倘若有黃的沉澱，便證明有磷酸鹽存在。

倘若用明礬製焙粉，你可以試驗硫酸根（明礬的硫酸鹽的部分）去查出來。將焙粉裏加了鹽酸一二滴的溶液燒沸濾清，再加氯化銀的溶液少許到這裏面，就可以做到了。要試驗這溶液，確知牠是含酸的，祇要拿一張藍的石蕊紙條，和牠的一滴接觸着。有明礬質的焙粉，不可以用。

焙粉裏也許有酒石酸或酒石酸鹽存在。這是無害的。反因為牠的存在，表明製造者曾經試製了良好的出品。拿一些焙粉和水混合，燒熱濾清。將濾過的溶液，放在蒸發皿裏；加濃硫酸一二滴，徐徐加熱，燒到內容物變濃厚。倘那物質變為礆，就有酒石酸存在。這個可藉燒焦的糖的氣味來證明。

**檸檬精** 檸檬精裏，至少要含有檸檬油 5%。要含有這多油量，在製成的出品裏，至少要有 80% 的酒精存在。酒精的百分量，必得記明在標紙上；所以倘若一種檸檬精並不含有 80% 的酒精，就是表明這種檸檬精是劣質的。倒同量的各種商標的檸檬精，到等量的水裏，去看混成的乳狀，是比較優劣的好方法。沉澱最多的檸檬精，含油最多，是更應採用的一種。

**化學的檢驗工作** 家庭化學家，常會因瓶包上的標紙失落，要確知瓶包的內容物。有時候，這是很困難的工作，但是，也可以是很簡單的。幾種簡單的試驗，例如火焰試驗，硼砂珠試驗，或用硼酸鹽，矽酸鹽等所做的沈澱試驗，都可以用。含銨的化合物，和鹼類燒熱的時候，會發出氨；放在含有硫酸亞鐵的溶液裏的硝酸鹽，在溶液的面上，加着濃硫酸的時候，會產生褐色的或黑色的圈。硝酸鹽和氯酸鹽，放在燒熱的炭上，也會忽然燃燒，或發出火光。氧化物常是不能溶解的。硫酸鹽倘若是能溶解的，在試驗前用鹽酸使之呈酸性，加氯化鉍的溶液，就有白色的沉澱發生。磷酸鹽用硝酸使之呈酸性，加鉍酸銨，就有黃色的沉澱發生。碳酸鹽有酸加入的時候，便發氣泡。溴化物，碘化物，和氯化物，同二氧化錳和濃硫酸混合加



熱的時候，溴化物就發出溴的紅煙；碘化物會產生紫色的碘氣；氯化物會產生黃綠色的氯。氯酸鹽燒熱的時候，發生氧；同樣，碳酸鹽燒熱了的時候，發出二氧化碳。有些硫酸鹽燒熱了的時候，發出二氧化硫，很容易由牠的氣味辨別。將酸加到亞硫酸鹽或酸性亞硫酸鹽裏，產生二氧化硫，也很容易由牠的氣味證明。

要做和上面所述的酸根化合的一種特別的陽向游子 (Anion) 或金屬的決定試驗，是不很簡易的。要用多種試藥去做沉澱試驗。茲將幾種簡易的試驗，敘述在下面。

將鹽酸一二滴，加到受試驗的化學藥品的溶液裏。倘有白色的沉澱，即表明有鉛，銀，或亞汞存在。例如，這種物質，或是硝酸鉛。將白色的沉澱和水混合煮沸。倘若是含有鉛，沉澱會溶解，冷後又會重現，但所用的水，不宜過多。倘若是含有銀，將試管放在日光裏，會變為藍色或灰色。倘若加氫氧化銨，而白色的沉澱變黑，那就是氯化亞汞 (Mercurous chloride)；可以知道那受試驗的化學藥品，便是一種含有亞汞的化學藥品。

## 第七章 化學幻術和化學魔術

家庭化學家的活動，沒有比那用化學方法做的魔術，更能投人所好的。到你的實驗室裏來參觀的人，對於你認真做的試驗或實驗，或許不會感到興趣。但是，當你顯明地將水變為酒或牛乳，從空手裏發出一陣一陣的烟，或從裝無色液的瓶裏，倒出各種顏色的液體到玻璃杯裏面，所有參觀的人，一定會驚奇，表示快樂。這裏將要敘述的一切幻術，並不需要很多的器具；倘若小心地預備好，一定是靈驗的。

**雙手出烟** 雙手出烟，是不需要橡皮管，橡皮球，或化學的貯藏器而人人可做的一種娛樂的幻術。顯示雙手，證明是空的；而後用慢的從容的動作，合攏起來，手掌合併，旋開旋合，使雙手輪流張合。雙手合攏的時候，即是，手掌合併的時候，有一陣白烟，從拇指間發出。雙手一合，或每做一次噴

烟的動作，就有一陣烟出現；而後鬆開雙手，表示其中空無所有。

這種幻術的祕密，在於實驗前先加預備。在一隻手掌裏，放一些家用的氨，在另一手掌裏，放鹽酸一二滴。倘若你手上的皮膚沒有破損的地方，必不會受傷。先讓手乾燥，然後就去做這種幻術。實驗以後，在溶解了少量的碳酸氫鈉的水裏洗手。此後，在極嫩的皮膚上，可用洗手藥水，以防發癢。

玻璃杯出烟，是上述幻術的變化；表現兩隻玻璃杯，顯然是空的；但是，一隻裏容有鹽酸一滴，另一隻裏容有家用氨一二滴。將杯口和杯口對罩着，便有一陣濃厚的烟發出。在做這種幻術以前，玻璃杯要離開一點放着。

**爆炸的鎚** 爆炸的鎚，也是一種無傷害的巧妙幻術。氯酸鉀粉和硫黃華的混合物，用鎚一敲的時候，會有爆炸的聲音。用很小量的炭粉，加到上面的混合物裏使呈鐵一般的顏色，再用膠調和，將這種膏敷到鎚的面上待乾。用這鎚去敲釘的時候，一擊就發出爆炸的響聲。這種混合物的小量，並不危險。倘若着火的時候，這種混合物，也會燃燒，發出藍焰。混合物裏因含有硫黃，不能用作戶內的藍火。雷管(Percussion caps)是用類似的混合物製的，其中成分之一，是硫化錒。用

這種物質代替硫黃，可使混合物對於震動或磨擦更為靈敏。

**人做煤氣廠** 用一根橡皮管，裏面倒過了汽油，等汽油漸次流出了，你將橡皮管對着火柴或吸紙烟用的打火機的火焰，在另一端吹氣進去。管裏汽油的蒸汽，和肺裏吹出來的空氣混合，在管的末端燃燒出火焰，可維持半分鐘之久。

**水變為酒** 冷水變為熱酒，是一種很巧妙的小幻術。這是根據着醋酸鈉提高了溫度，和酸或鹽基起反應的水解作用而來的。將醋酸鈉約 1.5 克，在 100 立方釐米的水裏溶解，製成醋酸鈉的溶液；加數滴酚酞試劑。結果便是一種“水白”的（水色）或無色的溶液。將這液體在試管裏燒熱，因為這化學藥品的水解作用，使溶液呈鹼性；而加入的指示劑，就變為淡紅色的。所以冷“水”似乎已經變為熱“酒”了。

**用酒製乳** 你能顯然變酒為乳，祇要用口吹氣到酒裏，這種“酒”是一種澄清的石灰水；即將氧化鈣（生石灰）或氫氧化鈣（消石灰）溶解在水裏，過濾，或聽其沈澱，再倒出澄清的溶液。一滴酚酞試劑，就會產生酒的顏色。倘若吹氣經過這溶液，紅色就會消失，因為吹出的二氧化碳，會發生碳酸鈣的沈澱，遂使溶液呈乳狀。

倘若在上述的實驗裏，不用酚酞試劑（指示液），那就彷彿

是變“水”爲“乳”。

**幻術火柴** 幻術火柴，常由化學實驗者製備。用“無論何處可刮亮”的普通火柴，在尖頭背部的一點，或甚至於在尖頭的全部，敷上濃的水玻璃溶液待乾。這種火柴一刮的時候，火焰飛爆，使矽酸鹽膨脹，有凋謝的形態，最後歸於熄滅。這樣製備的火柴，不論刮多少次，並不會燃着，祇略飛爆，即歸熄滅。

**魔術治傷** 治病手帕的魔術是用加了酚酞試劑溶液使石灰水變爲紅色的溶液，敷在臂上。這紅色的溶液，看來好像是血。手帕應預先製備，將一端浸在酒石酸或檸檬酸的溶液裏待乾。手巾並不會因此損壞，雖然以後洗去化學藥品，自是最好，因爲不洗去或會發霉。手帕掩到那“傷口”上，就會使“血”不見。

**花變顏色** 花受着氨汽，便會變色。試管裏裝氯化銨和氧化鈣的混合物，加水數滴，將紫羅蘭插入，就會變爲綠色。拿別種花做同樣的試驗，注意所得着的結果。

**似非可能的技巧** 現在所述的幻術或實驗，表明某種化學藥品，在水裏極易溶解成爲溶液。在這實驗裏，焦性沒食子酸 (Pyrogallie acid)——用再昇華的結晶體——是溶質，熱

水是溶劑。取水約 10 立方釐米，燒熱到沸點。量取再昇華的焦性沒食子酸，約 400 立方釐米。問觀者是否肯信，在這少量的水裏，能溶解這許多白色的藥粉。答覆或許是不可能的；但是，恰好相反，你擲下這些白粉到熱水裏，那些結晶體，就會溶解的。實驗以後，你可聽其蒸發，所收復的結晶體，可用在別種實驗裏。在這幻術的實驗裏，再昇華的焦性沒食子酸，是比平常的結晶的焦性沒食子酸，更有效的。

實則一切化學藥品，在熱水裏溶解，比在冷水裏溶解，總是更快的。但是，有些卻相反，製成檸檬酸鈣（Calcium citrate）的濃厚溶液，將溶液在試管裏燒熱的時候，溶液裏的藥品，會沈澱出來，使液體變為白色。另一試管係呈乳狀，因為裏面含有氯化鉛數小粒。直到溶液燒沸，氯化鉛才能溶解。所以這兩種溶液，所表現的性質是相反的。

**威士忌酒消滅** 這是特別有效的幻術，是易做的。一隻容半品脫或一品脫的燒瓶，內容似是威士忌酒。徐徐搖動這隻瓶或燒瓶，而牠的內容物，就會變為像水一樣的無色溶液。這幻術的祕密，是這樣的：那褐色的液體，是碘的水溶液。這溶液的製成，是很便利的，祇要用碘酞數滴，和水混合成所需顏色的溶液。在瓶塞的較小一端鑽一孔，內裝攝影師所用的

定像粉或硫代硫酸鈉(Sodium thiosulphate)的晶體一大粒。這木塞和隱藏的晶體，便是這套幻術的關鍵。搖瓶的時候，碘的溶液，和塞裏的晶體接觸着，因為二者之間起化學反應，所以變為無色的。

**一隻魔術瓶** 一種驚人的印象，是五隻玻璃杯或從水變酒的魔術。用普通的水，裝在一隻不透明的瓶裏。五隻玻璃杯放在一排。第一隻玻璃杯裏，似是空的，但是容有氯化鐵的濃液數滴。第二隻玻璃杯裏，容有硫氰化鉀(Potassium sulphocyanide)或硫氰化銨(硫氰酸鹽)的很濃的溶液數滴。在第三隻玻璃杯裏，裝着如第二隻玻璃杯所容的硫氰化物的二倍。第四隻玻璃杯裏，裝着鞣酸(Tannic acid)的溶液或少許鞣酸的晶體。第五隻玻璃杯裏，裝着草酸的濃液數滴。這套幻術，就預備了去出演。

從瓶裏倒水到第一隻玻璃杯裏。沒有變化現出，玻璃杯的內容物，真像是水。將這杯水倒回瓶裏去，所用的倒法，要使杯裏的液體和瓶裏的水混合起來。換一句話來說，就是實行將杯裏的液體，“擲入”瓶裏去。再將瓶裏的液體，倒入第二隻玻璃杯裏去，會呈灰白色的酒色。這杯的內容物，也倒回瓶裏；而後第三杯裏，又裝滿瓶裏來的液體；在這杯裏，會很驚

奇地變為深紫色的溶液。這第三杯的內容物，也倒回瓶裏而後又將瓶裏的液體，倒入第四隻玻璃杯裏面。在這第四隻玻璃杯裏的液體，似是黑墨水。這杯的內容物，也倒回瓶裏，即將瓶裏的液體，裝在第五隻玻璃杯裏面。這杯裏的液體，又會像是水，這因為草酸有退色作用的緣故。這杯溶液倒回瓶裏去的時候，瓶裏的液體，也會變至像水。而且，倘若每杯裏再裝着瓶裏的液體，那就顯然和裝着澄清的水一樣。或許你做實驗所用硫氰化物的溶液，需要正確的濃度，但這是不很難的。當然，你不必嘗試這些液體的任一種的味。

**由一隻容器倒出三種液體** 用水倒出紅藍黑三色的液體，尤其是有效的幻術。一隻玻璃瓶裏，裝滿含鐵的化學藥品的溶液，——如氯化鐵的溶液或硫酸銨鐵的溶液——就將內容物倒入三隻玻璃杯裏。第一隻玻璃杯裏，會變為裝着紅色的液體。第二隻玻璃杯裏，會變為裝着藍色的液體。同時第三隻玻璃杯裏，似裝着黑墨水。

當然，這幻術的祕密，在於玻璃杯的預備。第一隻裏面，要容着水楊酸鈉 (Sodium salicylate) 的溶液數滴。第二隻裏面，要容着亞鐵氰化鉀或亞鐵氰化鈉數滴。第三隻裏面，要容着鞣酸的濃液一二滴。



## 第八章 家庭實驗室裏的戲法

**化學藥品的分解** 在一種極有趣的實驗裏，藉着重鉻酸銨 (Ammonium bichromate) 的分解，在一塊熱的鐵板上，會產生明亮的火光。重鉻酸銨這種物質，具有結晶的形式，應當撒在鐵板上；鐵板放在實驗室用的鐵架的環上，下面用本生燈燒熱。這種物質，在一產生明亮的火光的時候就分解；那綠色的殘渣便是氧化鉻。

在下述的試驗裏，明顯地表示着化學藥品在不同的情形之下，分解時所具的速度。做這種實驗所得的知識，可使你以後所做的實驗室的工作，節省許多時間，因為關於支配着溶液的構成的定律，都明顯地表示了。

取兩隻裝水的試管，將硫酸銅的晶體一粒，放入一試管內。製一隻小的布袋，要能放入另一試管的，而後將硫酸銅的

晶體一粒，和第一試管裏所容的晶體，是一樣大的，放在裏面。將這隻袋懸在第二試管的裏面，使袋和水面接近。在第一試管裏，有硫酸銅的濃重溶液在晶體的四周，以致這晶體難於溶解。但是，在另一試管裏，晶體溶解很快；那硫酸銅的溶液，沈到管底。所以，在這種情形裏，有更多的“新鮮的”水，或至少有更淡的硫酸銅溶液，繞着這晶體；而那第一管裏的晶體，或需數星期之，久才會完全溶解。

**多種顏色的墨水** 普通寫字用的墨水，含有化學的混合物，給光和空氣的作用，變為另一物質，比那合成墨水的兩種物質之任一種，有更黑的顏色。常有染料加在裏面，所以寫字的時候，筆跡可辨。也可有一種膠質在裏面；倘若用了膠質，又加進防腐劑，使細菌不能侵入膠質而發霉。

製圖用的黑墨水，是碳在相當濃厚的溶液裏的懸膠。這種墨水，是永存的，因為各種試藥或化學藥品 用來消滅和改變普通墨水為無色的化合物的，都不會和碳起反應。

含鐵的墨水，是最普通的。你可以將一種含鐵的化學藥品，——最好用硫酸銨鐵或氯化鐵——加入鞣酸和水的溶液裏，製成簡便的黑墨水。這樣鞣酸鐵的黑色極細的沉澱，就懸置在裏面。這樣製成的鞣酸鐵裏面，你可以加入少許的膠

質；用一枝新鋼筆，就可以拿這種墨水寫字。你可以用現在製成的墨水，將你的實驗室裏做的實驗詳情，寫在筆記簿裏。到後來，你可以檢查初次試製墨水的成績，說明這種墨水是否能歷久不變，——這是好墨水必備的品質。

這種含鐵的墨水，很容易用化學的方法去消滅。氯會使牠變為無色的化合物，那就是消滅牠。為這種用途，並不必要製氯。便利的方法，是將次氯酸鈣（漂白粉）的溶液和鹽酸溶液或鞣酸溶液或甚至於酒石酸溶液混合着。製成的混合物，會富有氯的氣味；可用玻璃棒或滴藥管加到墨水裏去。

製藍黑墨水，先用如上所述的方法，製成鞣酸鐵。而後將亞鐵氰化鉀或亞鐵氰化鈉的溶液，加入硫酸銨鐵的溶液，或氯化鐵的溶液，或其他含鐵的化學藥品製成的溶液內。如此製成的兩種沉澱，混合起來。倘若你是用阿刺伯樹膠或薊蓎花製成的膠或膠水，當作墨水裏的膠質，可用丁香油，煤餾油酚，和別種殺菌劑，可使墨水不發霉。

製褐色的墨水，將高錳酸鉀的晶體一二粒，放在水裏溶解；這溶液會是紫色的。用作墨水，則數分鐘以後，所寫的字，就會變為褐色，因為這種化學藥品加到紙上，有氧化的作用。

懸置的亞鐵氰化銅，也可以製成褐色的墨水。最好將亞鐵氰化鈉或亞鐵氰化鉀，在水裏溶解，再加入硫酸銅的溶液，來製成這種含銅的化合物。

硫酸銅的溶液，和重鉻酸鉀或重鉻酸鈉的溶液混合，會製成淡棕黃色的墨水。

黃墨水常是不耐久的。單用重鉻酸鉀的溶液可以製成。

紅墨水是由染料製成的。易製的一種，是將水楊酸鈉的溶液，和含鐵的鹽——如硫酸銨鐵，硝酸鐵，或氯化鐵——混合。由胭脂蟲製出的洋紅 (Cochineal)，裝在容水的試管或燒杯裏燒沸，可以製成很好的紅墨水，一種用在潤面粉裏着色的洋紅 (Carmin)，也可以用；但溶液要濃，又要加入氫氧化銨（家用的氨，也可以用），倘若你要製成可用的耐久的墨水，不可用過多的水，因為會沖淡氫氧化銨，失去效用。另一有機的着色物質，可如下使用：將蘇木 (Logwood) 的木片，在水裏煮沸，製成這種木質的濃液。再加草酸，酒石酸或醋酸的結晶體數粒，和硫酸鋁的結晶體數粒。俟化學作用完成，而後濾清。曙紅 (Cosin)，或愛利斯洛新紅 (Erythrosine) 溶解在水裏，製成很好的紅墨水。

製墨水用的藥粉 最簡單的，最滿意的製墨水用的藥粉，

是在水裏能溶解的苯胺灰色染料(Nigrosine)或苯胺黑(Aniline black)。溶解在水裏的時候，能製成很黑的液汁，尚能持久。

製黑墨水用的化學藥品的混合物——硫酸銨鐵和鞣酸——溶解在水裏的時候，會產生鞣酸鐵的黑色懸置物，可用來作實驗的墨水。這兩種物質的混合物，要用賽璐玢膜或蠟紙的封袋保存，以防受着空氣裏的潮溼而起反應。

用亞鐵氰化鈉的粉和硫酸銨鐵混合，可製成藍墨水的粉。加水，就可製成墨水。

**隱形墨水的製法** 隱形墨水，即所謂為魔術的墨水，能給家庭化學家很多的興趣。用了這種墨水，你可以用幾種不同的方法，使隱形字現形。倘若用一枝新筆，用鞣酸的溶液在一張白紙上寫字，寫的字便會隱形。倘若用硫酸銨鐵的溶液，噴射或灑掃或刷在紙上，字跡便會神祕地現出黑色。當然，這就是製黑墨水的實驗，但是，這印象常是有趣而且令人驚奇的。

要用隱形墨水去做許多可能的實驗，你祇要知道，溶化那一種化學藥品在水裏去製墨水，和溶化那一種化學藥品去製顯形液。下面所收集的材料，是這樣的：先寫出來的化學藥品，可製墨水；後面的可製顯形液。一組後所註的顏色，即是

顯形後製成墨水的顏色。

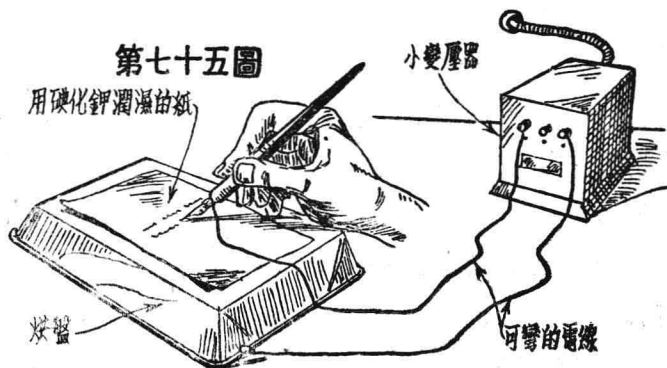
硫酸銨鐵，硫氰化鈉，紅；硫酸銨鐵，亞鐵氰化鈉或亞鐵氰化鉀，藍；碘化鉀，硫酸銅，褐；碘化鉀，硝酸銀，黃；硫酸銅，氨水，淡藍；硝酸鈷或氯化鈷，氨水，藍；硫酸銅，亞鐵氰化鉀或亞鐵氰化鈉，褐；氯化鈷或硝酸鈷，亞鐵氰化鉀或亞鐵氰化鈉，褐；碘化鉀，氯化汞，紅；酚酞試劑，碳酸鈉，紅；澱粉懸置物，沖淡的碘酞，藍；硫酸銨鐵，水楊酸鈉，紅；醋酸鉛或硝酸鉛，硫化氫水，黑；硝酸銀，硫化氫水，黑；氯化鉍或硝酸鉍，硫化氫水，黑；硫酸銅，硫化氫水，黑；氯化銻，硫酸氫水，橘紅；氯化亞汞（甘汞），氫氧化銨，黑；醋酸鉛，鉻酸鉀，黃。

用某種隱形墨水寫的字，也可以用熱來顯形。用下述的物質的任一種做墨水，拿新的清潔的筆寫的字，會是隱形的，但是，倘若放在熱的鐵板上加熱，或握在火焰上去烘，便會顯明地神祕地現出：檸檬，葱，石灰，葡萄汁，捲心菜汁，稀硫酸，檸檬酸，酒石酸，醋酸（醋），硫酸銨鐵，硝酸銅，檸檬酸鈉，或檸檬酸鉀；後面幾種化學藥品，可溶解在水裏，製成墨水。鈷鹽——如硝酸鈷或氯化鈷——用熱顯形的時候，會現出美麗的字跡。

退色的黑水，很易被家庭化學家製成。用碘酞數滴和

粉的冷溶液，在熱水裏混合，這種墨水是藍的；但是，數星期之後，便會消滅，因為碘和澱粉所成的藍色化合物，是不穩定的。

**電化學的書法** 我們曾見到電流會分解某種溶液，成為有色的化合物的情形。用這種現象為基礎，可以做一個簡單的電化學書法的實驗。一張金屬，如倒置的餅盤，馬口鐵片，或鍍鋅的鐵片，很可以用作實驗裏的“書桌”。這張鐵片，和小型變壓器的一端接着。一張白紙，有碘化鉀的稀液潤溼，放在金屬板上，需用新的鋼筆，也和變壓器接着，如第七十五圖所示；紙上寫着的時候，字跡便會看見。也可以用鹽放在水裏做溶液，裏面加着酚酞試劑的溶液數滴，去浸染寫字用的紙



張。用這種溶液，字跡是紅色的；倘若單用碘化鉀，字跡是褐色的。

**呼氣顯圖** 用清潔的玻璃一方，錢幣一枚，可製隱形的呼氣才顯的圖。向着玻璃上吹氣，使氣水凝結着如露珠或烟霧；將錢幣放在有氣水的玻璃上面，輕輕壓下。露珠蒸發了的時候，拿去錢幣。這時玻璃上並不顯出錢幣的印象，但是，倘若再呵氣到玻璃上面，那錢幣的印象，和牠的高出的字跡，都顯明地可見。

**化學反應所生的熱** 化學反應，能產生大量的熱量，用來製病室裏的要生熱的用具，商場有售。合這種用途的化學混合物，常裝在名爲熱墊或熱瓶的金屬容器裏或橡皮容器裏，祇要加水數匙，便會生熱。這裏敘述幾種這些用具裏用以生熱的物質和混合物的實驗。

適合這種用途的有用的化學藥品之一，是醋酸鈉。這種物質，在結晶式樣的時候，放在燒瓶裏不加水燒熱，自會在結晶的本體的水裏溶解，成爲液體。在這種狀態的時候，可將醋酸鈉的結晶體一小粒，加入這局部已冷的液體裏，則醋酸鈉即以這小晶體爲核心而結晶，並且結晶體脹大，可以看見。進行結晶時，本體變爲更熱，溫度可升達 30 度或 40 度之高。



以體積計，鐵屑十分，硫酸銅一分，鹽一分，氯化鈣一分，氰酸鉀一分的混合物，一加水的時候，就會變為很熱的。

鹼和鋁粉的混合物，有水加入，也會變為很熱的，但是，在這種反應裏面，有氫發出。

鐵屑，氯化鈣，硫黃和鹽，有水加入，也會生熱。

水和整塊石灰的化學反應，也產生大量的熱。

**特別的化學反應** 用化學藥品很容易地做到冰凍。將一隻小燒杯，放在潮溼的木塊上面；在燒杯的四周倒水，使燒杯的底部被水浸溼。燒杯裏裝水約 50 立方釐米，再將硫氰化銨或硝酸銨一滿茶匙，倒入燒杯所容的水裏，並加攪和。不久，這燒杯便會凍在木塊上。你可以蒸發杯裏的溶液，以後可以用了再用。

用一滿茶匙的水，在研鉢裏磨玻璃片成膏狀，可以表現玻璃在水裏的溶解性。倘若加入酚酞試劑的溶液數滴，便會成紅色，證明玻璃確已在水裏溶解；這是由於玻璃含有鹼性物質的緣故。在這種實驗裏，不可用耐熱玻璃。

用少許泥，兩隻玻璃杯，一撮明礬，可以顯明地表示礬能澄清水。用少許的泥和水調成膏狀，將泥膏滴入一杯水裏去，又將泥的懸置液，倒入一隻空杯裏，而後又倒回第一隻杯裏。

倒來倒去，直到每杯裏所容的懸置液的量相同。放開這兩隻玻璃杯，但一隻裏面，加入明礬水數滴（見第七十六圖）。另一隻裏面，不加明礬水，數小時之後，或第二天，去看這兩隻玻璃杯的內容物；已加明礬水的玻璃杯裏所容的泥，已沈到杯底；但另一杯裏的水，仍是乳狀的。因為明礬已經使水裏懸置的泥質下沈，使之清潔。



**放光的化合物** 不用磷那種危險的元素，要使化合物在暗處真能發光，你需要一種和本牛燈的熱度相等的熱源。酒精燈或電爐，不能產生所需的溫度。

將蠔壳粉一分，硫黃二分，混合起來，放在蓋着的泥質或瓷質的坩堝裏燒熱，可以製成最簡便的化合物，一感着日光或電燈的強光，就會放光。這種混合物，要燒到紅熱，達半小時。結果便是硫化鈣，應裝在塞緊的瓶裏。

製一種放紅光的混合物，用下列的藥品：

硫酸鈣	100 克
糖(或柳炭)	30 克

碳酸鈉	2 克
氯化鈉(鹽)	0.5 克
氯化錳	0.2 克

下面的化學式，產生發黃色磷光的化合物：

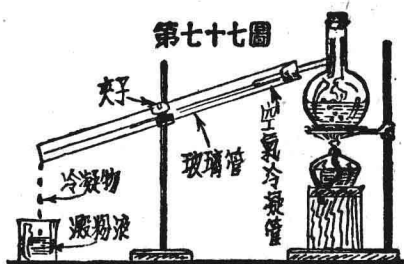
碳酸鋇(Strontium carbonate)	100 克
硫黃	30 克
碳酸鈉	2 克
氯化鈉(鹽)	0.5 克
硫酸錳	0.2 克

這兩種化學式，做成放光的金屬硫化物。後面一種，根本就是硫化鋇，具有必需的熔劑(Fluxes)和賦能劑(Activators)在裏面，是一切放光的化合物裏所共具的。前面的一種，是硫化鈣。這些混合物，全要研碎，放在坩堝裏燒 20 分鐘或半小時，直到紅熱的程度；並應當裝在緊塞的瓶裏保存。

倘若你的製品，感着強光之後，並不會發光，那末，或許是在製造的時候，你不曾得着那必需的高溫。發光的化合物，最好用在油漆裏，製成斯巴耳油漆(Spar varnish)。水會分解硫化物一類的放光化合物，所以不能用膠，去做發光漆裏的膠質。用發光化合物或混合物做試驗的時候，泥質起泡管的碗

狀部份，可作良好的坩堝用。

**試驗物質裏的澱粉** 含澱粉的物質，在自由的或未化合的狀態裏，和碘接觸的時候，所得着的藍色，可以使這兩種物質互相檢驗。例如，要試驗焙粉裏的澱粉，可用水去調溼焙粉；在氣泡已停之後，將那在 20 立方釐米的水裏溶解了碘酞十滴所製成的稀液一二滴，加到裏面去。所成的藍色，就表明有澱粉存在。反過來說，將澱粉製成溶液的形式，或製成澱粉水，可以用來決定未化合的碘之存在。產生的藍色，是不穩定的，或會分解的，尤其是在加熱以後。倘若將澱粉和碘酞（會成藍色），裝在蒸餾瓶裏，加以蒸餾，用如第七十七圖所示的空氣冷凝管，那末，藍色會被驅除掉。但是，當那蒸發的碘，通到容有澱粉水的接收器裏的時候，又會有藍色呈現。



**水玻璃的實驗** 混合兩種溶液製成的“化學冰”，會仍在製成的杯裏凍結。將鹽酸加入水玻璃的溶液裏，就可做這個小實驗。白色硬的沙狀沈澱，會附着發生反應所在的杯裏（見

第七十八圖)。最好用廢棄的果醬杯，來做這個實驗，因為要在實驗後洗淨這隻杯子，有時是很困難的。倘若用試管，或許要壞掉。那白色的物質，便是矽酸。在火焰上燒熱，就成為純淨的矽石或白沙。



第七十八圖

鹽酸

水玻璃

水玻璃所具的黏力，使之可用以黏接某種物質。用水玻璃汁（濃的水玻璃），試將兩塊玻璃黏合着。水玻璃也可用作波形紙板盒的黏接劑。

**家製的天氣預測器** 化學的驗溼器 (Hygrosopes)，是能依照空氣裏所含的溼氣而改變顏色的小發明，常用作天氣指示器。當然，這種驗溼器並非實能預報天氣，祇能表明空氣裏所含溼氣的變化。驗溼器裏包括一塊已在氯化鈷溶液裏浸溼再行乾燥的布。當空氣乾燥的時候，這方布的顏色是略藍的。空氣裏如含有大量的溼氣，則會變為淡紅色的。

在小的鐵匙裏，燒熱氯化鈷的結晶體——原是紅色的——是表現變色的最好方法。因為結晶體裏的水分損失，就變為藍色的。從洗瓶裏加一些水，結晶體又變為紅色的。

這種結晶體的一撮或少許，放在玻璃片上，附近放氯化鈣（乾的氯化鈣）或乾石灰少許，用一隻大玻璃杯，蓋着這兩堆物質，顏色就發生變化。這因為氯化鈣或乾石灰都是乾燥劑，吸收了玻璃杯中空氣裏的水分，結晶體遂放出水分，以抵補空氣內的損失。濃硫酸是乾燥劑之一。濃甘油，和絕對酒精（百分之百的），也是能吸收空氣裏的水分的物質。濃甘油或濃硫酸一小瓶，倘不塞住瓶口，就會從空氣中吸收許多水分，致由瓶口溢出。

溴化銅（Copper bromide）也是一種能依照和牠接近的水量而變色的物質。將這種褐色的粉末，放一些在試管裏，並加入少量的水。而後再加入十倍之多的水，最後去燒熱這種溶液。所現出的幾種顏色，看來是很有趣的。

**藍色的漆** 碘化汞是一種紅色的粉末；略加熱時，就會從紅色變為黃色；這黃色又會慢慢地回到紅色。用碘化鉀或碘化鈉的溶液，加入硝酸汞或氯化汞（腐蝕性的昇華物）的溶液，就可以製成這種物質，成為紅色的洗滌物。倘若含汞的鹽

加了太多，沈澱物就會消失。爲預防這點起見，每次祇可加入氯化汞少許，讓紅色的沈澱物，停到燒杯或大玻璃杯的底上，在再加入這種液體之先，須加以攪和。倘若再加入時，還會發生紅色沈澱，那就表示沈澱尙未完成，有些碘化鉀的溶液，還不會化合。這時就加那含汞的化學藥品，直到能得着最多的沈澱物爲止。攪和這紅色沈澱物，待牠停下，然後倒棄那上層無用的澄清液體。再加清水進去，加以攪和，再讓沈澱物停下去，又倒棄那上層澄清的液體。這樣徐徐傾注的手續，要重做數次，藉以洗清沈澱物，使不含那可有的碘化鉀或氯化汞或氯化鉀。此後濾清碘化汞的紅色沈澱物，留在濾紙上乾燥。再刮下來裝在用軟木塞蓋緊的瓶裏。

這種物質，可以做到很多有趣的實驗。用一些膠水或透明的斯巴耳漆或亞刺伯膠水，和這藥粉少許調合成漆，去漆一張硬紙板或一張硬紙；那末，這樣製備的紅色硬紙，可以使之變爲黃色，很神祕的，祇要放一枝燃着的紙烟或別的熱的物件，在牠的後面。用放大鏡收集日光的焦點，照到紙上，也會使牠變爲黃色。黃色呈現之後，倘用羽毛或指甲去擦，又幾乎可立即變爲碘化汞的紅色。

**高張力的液體** 倘若你製備碘化鉀的濃液，再將大量的

紅碘化汞的溶液，溶解在裏面，使碘化鉀的溶液飽和，你就製成了一種石子會浮在上面的液體。倘若碘化鉀的溶液不濃，或碘化汞的量不足，這實驗便不靈驗。這種溶液常比水重兩倍，所以某種清潔的石子，玻璃片和別的重物會浮在上面。最好不要放金屬在這液體裏，因為金屬會起作用，使溶液失去這種效力。裝一小瓶這種液體，面上浮着小石子，可以使參觀你的實驗室的來賓，感到希奇。這種液體，是淡褐色的。倘是混濁的，可以濾清。

**變色的化合物** 粉狀的碘化鉀和硝酸鉛，是白色的；但是，這兩種混合物，放在手掌裏磨擦，或在研鉢裏用杵去研，就會變為黃色。甚至於裝在小的丸藥盒裏搖動，也會變到金黃色。這黃色是由於碘化鉛的構成所致。倘將這樣製成的藥粉少許，放在試管裏，加水燒熱，以溶解其中的物質，那沈澱的黃色碘化鉛，也會和別的物质一同溶解。試管冷卻時，碘化鉛便成金黃色小片狀的結晶體。這種黃色結晶體，看來很像金葉。如再將溶液燒熱，以溶解沈澱物，可再成金黃色的小片。倘將碘化鉀和硝酸鉛兩種溶液，和白明膠混合，將溶液倒在石板上冷硬，也可以製成金色的小片。這時將兩塊石板彼此緊靠蓋着，等到擴散，金色的小片，就會在已凝固的白明膠裏構



成。

另一方法，是將這種白明膠溶液之一，裝在試管裏面；待其沈澱，而後將容有化學藥品的另一白明膠溶液，趁熱倒入原已凝固的白明膠上面。待其冷凝，金色的小片，會在兩種白明膠溶液接觸着的地方構成。

用硼的化合物——硼酸鹽和硼酸——可以製成幾種有趣的沈澱和火焰的實驗。將硼酸在酒精裏溶解（變性的酒精可用），燃着酒精，就會產生綠色的火焰。

硼砂珠看來像着色玻璃小珠；可將鐵絲或鉑絲或鎳鎢絲的一端做成圈，燒到紅熱，去和硼砂接觸，再握到火焰裏去燒，就可以製成。這樣，硼砂會熔解，成爲無色的玻璃珠。倘在熱的時候，將這粒硼砂珠和不同的化學藥品或金屬的化合物接觸，就會照着所用的化學藥品變色。將這粒硼砂珠浸在含鈷的化學藥品——如氯化鈷——的一小粒裏，隨即移至火焰裏燒熱，就會變爲藍色。倘鐵絲已經清潔，而所用的又是新鮮硼砂，熔融後，浸在含鐵的化學藥品裏面，那粒硼砂珠就變爲黃色的。你可以利用這種簡易的實驗，爲檢驗化學藥品之助。

硼砂的溶液，會和許多化學藥品的溶液起反應，產生所用金屬的硼酸鹽。例如：將硼砂溶液，加入硫酸銅的溶液內，就

產生硼酸銅的藍色沈澱，鎳，鋁，鐵，錳，鋇，鎂，鋅，鉻，鈣的溶液，也可以和硼砂的溶液化合，製成別的硼酸鹽。

**用火焰做的遊戲** 用本生燈，可做各種不同的試驗。本生燈的原理，是易於明瞭的。煤氣自小孔滲出，上達燈管。達及燈管的時候，將空氣一同帶入，因為煤氣經過的速度很大，致有衝動火表的結果，將空氣帶到裏面。初步帶入的空氣，名為初期氣 (Primary air)。燈的火焰，在他的四周的空氣或室內的空氣裏燃燒。這種室內的空氣，也用以供火焰的燃燒，稱為次期氣 (Secondary air)。正常的使用本生燈時，所耗的初期氣和次期氣的量，大約相等。倘將燈底的氣洞關閉，使初期氣不得入內，那火焰就會變為黃色多烟的，因為祇得着所需的空氣量之半的緣故，熱的碳粒，也會發出黃色的火焰。但是，倘用更多的空氣，如用吹管吹空氣到黃色的火焰裏去，那末，火焰裏得着了足夠的空氣，助其燃燒，就會變藍色，很有效用。

要表明空氣實在是同着煤氣由燈底進去，你祇要用一柄小刷，將發酵用的蘇打少許，撒到燈底（見第七十九圖）。火焰就會變為很黃，並不是空氣已經隔斷，乃因火焰正在燒熱酸性碳酸鈉的小粒，致有鈉的特徵的黃焰。其他各種不同的化合物，會以不同的顏色給與火焰。鋇的化合物或含鋇的化學



藥品，使火焰變紅；含鋇的化學藥品，使火焰變綠；含鈣的化合物，如粉筆或純淨的石灰，使火焰變為磚紅色。金屬的氯化物，奏效最好。

代替上述撒化學藥品到燈底四周的方法，你可用一根鐵絲或鉑絲，一端變成小環，燒到紅熱之後，去燙那受試驗的物質，隨即插回到火焰裏去。例如：硝酸鉀或任一含鉀的化合物，倘是純淨的，會以青紫色給與本生燈的藍焰。倘將含鈉的化合物少許——如普通的食鹽——和硝酸鉀混合，因為有鈉，火焰會變為很黃，而從含鉀的化合物裏來的青紫色，竟不能見。但是，倘將藍玻璃藥瓶的玻璃，握在火焰和眼睛之間，重

玻璃會吸收黃色，就可以看見鉀的青紫色，如第八十圖所示。一隻小瓶裏，裝着濃度約為3%的硫酸鉀鉻( 礬)溶液，也可用以濾去鈉光。這溶液應是深綠色的。將不同的物質，插在鐵絲環裏，放到火焰裏燒熱，去試驗的時候，你幾乎常能看見火焰裏有些黃色，這因為常含有少量含鈉化合物的雜質。



氯化銅放在火焰裏燒熱，產生鮮淡藍的綠色。若將起泡管的碗形部分，放在火焰裏燒熱，同時裏面的氯化銅，也正在蒸發，產生淡藍的綠焰，你可以看見，那泥質的碗形部分，已經變為鍍了銅一樣。這就表明，氯化銅加入火焰的時候，這物質即分解成金屬的銅。這樣的表現，使我們深信化學質素使火焰所呈的顏色，是因為火焰分解了牠以後，那組成的物質再又化合所致。

如第七十九圖所示，握一片銅或石棉在火焰裏，隨即移開，會有美麗的顏色留着，或可以稱為“火焰畫”，因為牠表現火焰的輪廓。就銅片而言，那顏色是由於氧化銅的構成所致。氧化物的膜，厚薄不同，似是有色的，因為折光不同的緣

故。塗上一層薄漆，那銅焰畫就可以持久不變。

本生燈的內焰是冷的，因為牠含着未燃燒的煤氣。你可以用針刺穿火柴，使針正經過火柴頭的下部來證明。即將火柴懸在本生燈的管口，就用針來支持，如第七十九圖所示。開通了煤氣燃着的時候，火柴頭並不着火，因為未燃燒的煤氣，在牠的四周經過，使牠的溫度不致升高。所以試管或別的物件或物質，不可放在內焰裏，因為內焰的溫度實不高。本生燈的最熱部分，是在內焰外的外焰（即氧化焰）裏。

將金屬管插進內焰，也可以證明內焰裏含着未燃燒的煤氣。倘照着幾乎是垂直的地位，握着這管子，那未燃燒的煤氣，會流到管子裏，從一端出來，可以着火。也可以用正在燃燒的燭焰，做同樣的試驗。若將鐵絲網忽然降下，放在本生燈的火焰上，網上的火焰，就會熄滅；須經過好幾秒鐘網上的火焰方能再現。這因為鐵絲網易於傳熱，致使火焰冷到煤氣的燃點以下的緣故。等到後來鐵絲網燒熱了，那經過鐵絲網的煤氣，也就着火。照同樣的情形，倘若你握着鐵絲網，正在本生燈的上面，而未着火的煤氣，由燈管發出，這時在鐵絲網上面刮火柴燃着煤氣，那末，可如第七十九圖B處所示，火焰會現在網上，而不在網下。



用一根火柴在頂孔燃着。最好用石膏板，而不用硬紙板，因為石膏板是不易燃燒的。

倘若你歡喜做燃燒的實驗，那末，使可燃的粉末，如澱粉，麵粉，或煤粉，從馬口鐵罐的套蓋噴出來，實很有趣味。將罐放在適當的架子上，罐底開一孔，經過這個孔，插着一根金屬管或漏斗管；使漏斗口在罐的裏面，罐在直立的地位。將一根橡皮管，接着漏斗的下端。倒一些穀類的澱粉或麵粉到漏斗裏，讓牠流到橡皮管裏面。將一枝燃着的燭放在罐裏，即將罐蓋鬆鬆地蓋上（見第八十二圖）。立即吹氣到橡皮管裏去。這樣會將穀類的澱粉或麵粉吹到罐裏，在罐裏會和空氣混合，成為可燃的混合物，給燭焰燒着。隨有的爆炸，會將罐蓋炸開。並且有一陣烟發出。倘若罐蓋是鬆鬆地裝上的，這種實驗，不會有妨礙。穀類的澱粉，先放在灶上或試管裏加熱使乾，比直接從盒裏取用的，更會做來靈驗。木塞粉屑，可燃性的石松粉，過篩的乾樹葉，和別的物质，可以用在這種很有趣的實驗裏。

**服從的火焰** 倘若你的家庭實驗室裏，有煤氣和一隻半加侖或一加



命的瓶，你可以製成一種火焰，會服從你說出的命令，或拿一串鑰匙做信號，或在室裏另一部分刮着一根火柴來做信號。如第八十三圖所示，那隻瓶和煤氣接通。煤氣經過一根橡皮管，達到瓶裏，再經另一橡皮管，從瓶裏出來。在第二根橡皮管的末端，裝着一根滴藥管，煤氣就在管口燃燒。支配煤氣的流動，使起先有怒號的起伏的火焰。用煤氣管上的開關，或那加在橡皮管上的夾子，去關斷煤氣，火焰就會略為降低，不再有怒號的聲音或起伏的形狀。到這種情形的時候，火焰就能感受



空氣裏的響聲或震動，倘若拍手或說話，那火焰便會突然低下或縮短，比較以前的高度，祇有一半；祇有在聲音停止以後，才會還原。調節煤氣的流動，固然是有熄滅火焰之虞，但要做到也並不難。調節得當時，祇要圍縐一張紙，火焰也會低下。用叉打擊玻璃杯，袋裏的錢幣玎璫作響，或房屋裏另一處裝設的無線電播送的聲浪，都可以有影響加到火焰。在用火柴燃着煤氣之前，讓煤氣從滴藥管先流出一二分鐘。這可以證實，所有的空氣，已經從瓶裏清除了，不致構成爆炸性的混合物。



## 第九章 家庭實驗室的實用

家庭化學家，在他的實驗室裏，能製一些商品。下面敘述日常應用的幾種化合物的製法。

**洗犬劑** 我們的第一種製造，似是奇特的一種。這是除蚤的洗犬劑。祇是硫化氫氣體在水裏的溶液，即氫硫酸的溶液。用前已述及的氣體發生器，將弱的或沖淡的酸，和硫化亞鐵接觸，去製這種氣體。讓這種氣體，在狹口的瓶裏經水起。緊蓋着容這溶液的瓶。這種液體，並不傷手，應在戶外使用。因為硫黃的自由分離，所以變為乳狀。這種硫黃的本身，尤其在細粉的或沈澱的形式裏，對於醫治皮膚病，是有特效的。

**嗅鹽** 用碳酸銨的小塊，裝在玻璃塞的廣口小瓶裏，又加入紫羅蘭油，玫瑰油，或別的油，或香水一二滴，和氫氧化銨

幾立方釐米(家用的氨可用),就可以製成很有效的嗅鹽。沒有碳酸銨時,便宜的方法,是將遲鈍的物質,放在瓶裏,再加入氫氧化銨和香水去浸透。照這樣的方法,可使有效成分不致溢出。所謂遲鈍的物質,可用浮石,烏賊魚骨,或糖塊。

**甘油密陀僧合製的黏合劑** 一種極好的黏合劑,能黏合玻璃的水族器,或使金屬管和瓷器接口的地方不漏水,和用在普通黏合劑不適用的其他用途上的,是用甘油和密陀僧(一氧化鉛)的混合物製成的。這種黏合劑,可以抵抗熱氣,溼氣,和酸類;乾了的時候,是十分硬的。所用甘油的濃度,視用途為轉移。倘擬用緩乾的黏合劑,用純淨的甘油。但是,倘要迅速結合,則用等量的水將甘油沖淡。

**不透水的膠質** 用普通的膠質,水,和重鉻酸鉀,可製成良好的不透水的膠質。所用的膠質,比重鉻酸鉀多四倍,露光後,不久就使這膠質在水裏不會溶化或不透水。應當用乾透了的膠片;除了需要的量以外,不宜多製,因為這種膠質,留置不能超過兩天。

**醋酸膠** 用水沖淡 10 立方釐米的結晶醋酸(百分之百的醋酸),得着 100 立方釐米的容量,可以製成滿意的醋酸膠。將乾膠片約 30 克或一匙斯,放在這沖淡了的醋酸裏溶解。溶

液的製成,最好要加熱。做這一步,要用水槽。將容器放在熱水裏,可以使膠質溶解加速。

**木灰的製法** 用一塊稀布,篩過乾透的鋸屑,再將得着的木粉,和賽璐珞的黏合劑混合,可製成木灰;賽璐珞的黏合劑,是將賽璐珞或醋酸纖維素(Cellulose acetate)在丙酮(Acetone)裏溶解而成的。這種製品,應裝在緊塞的瓶裏。橡皮塞比軟木塞,用在裝這種化合物的容器裏,是更好的,因為軟木塞常會在瓶頸黏着,不免破裂;除去破裂的部分的時候,會有軟木屑跌到瓶裏去。

單是賽璐珞和丙酮合製的黏合劑,不混木粉的,可將賽璐珞和別的物品黏合。醋酸戊酯(Amyl acetate),可用來代替丙酮。兩種都是易燃的,所以用時要注意。

**圖書館用的漿糊** 可用下列的化學式,製成極好的圖書館式的漿糊:

糊精(Dextrine)	100 克
硼酸	4 克
水楊酸	1 克
甘油	10 立方釐米
水	95 立方釐米

用一半的水量，將糊精攪成漿糊，每次加水少許到這種粉裏。其餘一半的水，要燒沸；硼酸，甘油，和水楊酸，都在沸水裏溶解。將這種溶液，就和糊精攪成的漿糊混合；容有這混合物的器具，放在沸水裏加熱，約半小時。在加熱的時候，攪和數次，做好了，就可以用。倘屬必要，也可以加水沖洗。倘若這種漿糊是常用的，那末，可刪除水楊酸。這種物質和硼酸，都是用作防腐劑，以預防發霉的。

**轉印圖畫的溶液** 轉印報紙上所印的字畫——如諷刺畫——到白紙上面所用的溶液，在許多出售美術品的店裏有售。這種溶液，是易製的。裏面含着綠皂酒 (Tincture of green soap) 一茶匙，松節油一茶匙，和一品脫的水搖和即成。綠皂酒是淡綠色的液體，可向藥房購買。先用溶液，去潤溼報上所印的圖畫。這一步先軟化印墨，等到圖畫的正面，覆在白紙上，用匙底去擦動的時候，印墨就從報紙移到白紙上。可以轉印多份，惟每份的顏色比前一份更淺淡。

**染木劑** 在家庭實驗室裏，即可製成簡單的染木劑，以染木，染壁板，染紙張等等。染木的化學溶液，有多種用途，如急需一種液體的顏色，而且用量復多，用油漆或別的漆是不合算的。

染木或別的多細孔的物品所用的最簡單的褐色化學染劑，是高錳酸鉀的溶液。用這種溶液，加到木質或壁板上，就好像用漆一樣。不必用膠水，因為沒有色素。必要時可刷數層。

另一褐色染料，是將氯化銅的溶液和焦性沒食子酸混合而成。這種溶液，有耐久的特性，因為裏面所含的銅，有消毒的作用。

染藍色的溶液，可用亞鐵氰化鉀和草酸製成。最好分別溶解這兩種化學藥品然後混合。倘若反對用有毒的酸，那末，就可用硫酸亞鐵（綠礬）來代替草酸。

黑色的染料，常需數天的時間，才現着最後的深黑色，是用硫酸銨鐵和鞣酸混合而成。也可以用氯化鐵和鞣酸。化合的結果，是構成鞣酸鐵；暴露在光和空氣裏面，就會變黑，用壁板製黑板的時候，這種溶液是有用的。這種染料，要用數層。不像黑顏色的漆，這些化學藥品，會透入木質或壁板，所以不僅為一表面層。用熱溶液時，透入更深；但是用了熱的溶液，大概會發生翹曲。

如苦味酸（Picric acid）的溶液作為染木劑，則產生黃色。

一種有用的黏合劑 得科丁斯基氏黏合劑，是一種深褐

色的黏合劑，可和許多物質並用。將乾的蟲膠片（不是蟲膠片溶解的液體）徐徐熔化，直到全已熔化的時候，將松柏油或肉桂油加入調和。這已熔化的蟲膠片混合物，倒入光亮的馬口鐵的模型裏，待冷結硬。所用的油量，支配着製成的黏合劑的黏着性。倘若不用油或用了很少，結果是硬脆的；倘用了過多，就會是軟的，黏着性也減少。

用這種黏合劑的時候，要黏合的表面，先要使之溫暖，而後用棒塗一些黏合劑在表面上。再加熱使黏合劑化為液體之後，將要黏合的表面壓緊。冷了的時候，就會緊黏着。如要接口堅固，必須將這黏合劑加熱，使化為液體，幾乎流到要黏合的表面以外。這種黏合劑，並不是不透水的。在你的家裏和實驗室裏，你會覺得牠是很有用的。

**乾酪質硼砂膠** 將硼砂和水搖動，直到不再溶解為止，可以製成乾酪質硼砂膠。約用水三四盎斯。將乾酪質(Casein)擦一些到那用硼砂溶液做的糊裏，直至成為濃膠為度。用少許氯化銅或硫酸銅的溶液，做防腐劑。這種膠質，適用於木質，磁器，或玻璃上面。

**大物件上用的黏合劑** 蜜蠟和松香，一同熔解，可製成結合大物件的有效黏合劑。這黏合劑和要結合的表面，必須加

熱，使黏合劑在用的時候，已是一部分化為液體了。當這種黏合劑展布在一個大面積的上面，應將粉狀的磚灰、白堊、滑石、或別的類似的物質，加到熔解了的黏合劑內攪和，使之體積擴大，或用作補充料。

**保護書面的方法** 書面的良好防腐劑，是火油膠（由火油製出一種無味無臭的物質 *Petrolatum*）。塗一些在書面上，用布去擦勻。在輕汽油裏熔解的蜜蠟或石蠟溶液，也可以用。藥房裏可以購得的羊毛脂（*Lanolin*），可以加入這種易燃的混合物裏。輕汽油裏熔解的蠟液，也可以用來預防用具生銹。用具先要加熱，而後用小刷將溶液刷到上面。溶劑蒸發後，那留在用具上的，便是一層蠟膜，可使用具永不生銹，祇要用時留意，不將蠟膜弄破。

**火爐裏的有色焰** 用某種簡單的化學藥品，可使你的火爐裏，發出有色的火焰，當你正在享着牠的暖氣的時候。將這些化學藥品，撒到煤的底層或餘爐上面；牠們的分解，依着所用的化學藥品，發出有色的火焰。例如將氯化銅，硫酸銅，或更好將氯化銨銅撒到燒紅的煤上，就發出美麗的淡藍而帶綠的火焰。高錳酸鉀發出紫色的火焰，而普通的硼酸或氯化鋇，會成綠色的火焰。硝酸鋰或氯化鋰（*Lithium chloride*）——

後者價昂——會發出紅色的火焰。可將這些化學藥品，包在有色的賽璐玢紙裏，俾使用便利。另一方法，是將牠們溶解在水裏，用化學藥品一磅，加水半加侖。將松子或木塊在這溶液裏浸透，乾後即可拋入火裏。