

漢 譯

勃 康 二 氏

實 用 化 學 實 驗

譯 者 袁 永 清



Laboratory Experiments

in

Practical Chemistry

北 平 科 學 社 印 行

版權所有

翻印必究

漢
譯

勃康二氏實用化學實驗

全 一 冊 實 價 大 洋 八 角

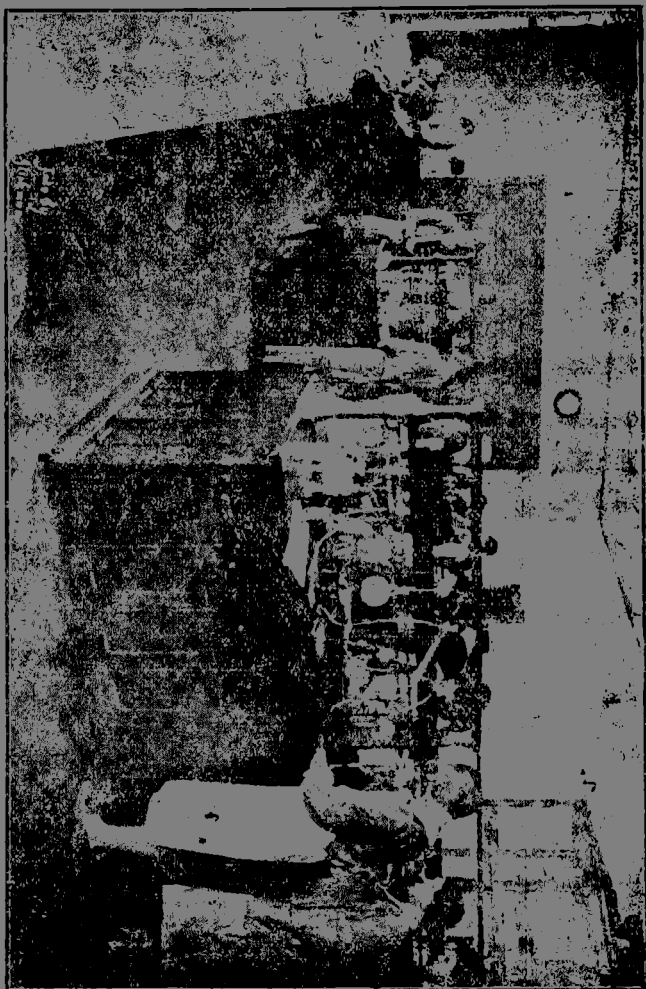
譯 者 袁 永 清

發 行 者 北 平 科 學 社

社	址	北	平	地	安	門	內
電	話	油	漆	作	十	二	號
電	報	東	局	2	9	9	3
		掛	號	4	4	3	0

中 華 民 國 二 十 三 年 八 月 初 版
二 十 五 年 七 月 再 版

路克維耳中學校男女生作試驗時的化學實驗室



譯者例言

理論基於實驗，故研究科學最主要的工作當首推實驗。於是譯此書之意乃起。

譯此書之工作起於本年春季。費時三閱月，將此書脫稿。中有許多名稱根據教育部公佈之化學命名原則已應用新名如氨（舊名阿莫尼亞或鹵精），氫（舊名青）。但為便利起見新名後之括號仍註上舊名。關於有難解之處多請教於本系教授解之，當能失去大部分的誤解。

雖如此，恐亦有出入之處望明達之士匡正之。

袁永清於師範大學6, 8, 1934

原 序

本書是著者 1920 年出版的化學實驗的改訂本，增大本。這些試驗是按照勃賴克 (Black) 與柯南特 (Conant) 合著的實用化學改訂本排列的。其目的為應初學者之需要。著者根基於長久的經驗而作，相信它確可為初學化學者一個導師。

在任何科學中實驗的工作至為重要，教科書的閱讀僅是發揮與組織學生在實驗中所得的知識。學生用自己手所作的試驗應證實並附合科學的基本原理。這對於學生十分重要，當作某個試驗時無論在家裏，在商業上或在工業的社會生活中，這些事實與原理是有用的。

這些試驗的方法詳細而豐富，但漸漸的要縮減，為的留給學生自己去作去想。相信這些方法的敘述很清晰，希望教師能按照需要而詳述試驗的手術。普通的問題（字下劃線的）都插於方法中，為的集中學生對於觀察的重要事實以注意。

實驗目的之一，即引起學生的研究精神，與其對於搜求之熱心。補充試驗中許多問題，難決之事，及試驗可鼓勵這種精神。其於實驗的工作亦可伸縮或變換一下。如注重學校實驗，家庭

化學，工廠中，與田地裏的密切連接。

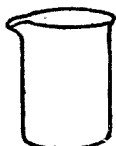
在本書中作者已加有導言，說明儀器的裝置並說明其意義。這些在每個試驗前的口述討論中教師可推廣而詳解之。

希望教者按照該班之需要而選擇試驗。初學化學的人不應也不能接續着作四十多個試驗。最好有少數的試驗應比其他的試驗小心的作，詳細的寫出，澈底明瞭它。

在現在的實驗書中，藥品無論新舊，無需很多。但試驗時要注意選擇價值，並須述其方法。

哈佛大學教授 James Bryant Conant 與 Norman D. Scott 博士幫忙修改，著者特此鳴謝。

必要的試驗所需的儀器簡單，藥品經濟(參看附錄中的表)這些試驗在目錄中都註一標識(*)給以基本的事實，應為第一年的功課。每個試驗之後幾乎都給以課外試驗(補充試驗)。



玻杯



坩鍋與蓋



臼與杵



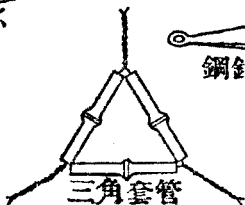
蒸發皿



試管



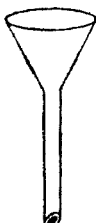
鋼鉗子



三角套管



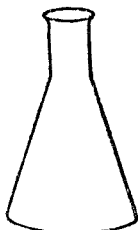
燒管



漏斗



牛角刮子



錐形燒瓶



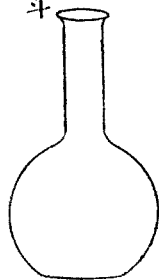
試管刷



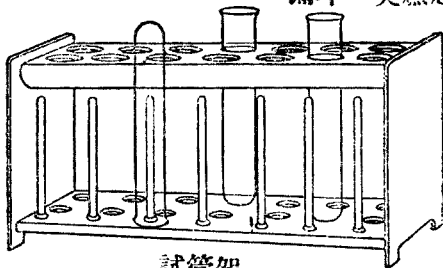
安全漏斗



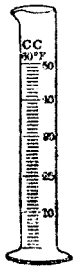
突燃匙



平底燒瓶



試管架



量斗

目 錄

	頁
實驗手術上應注意之點	1
如何登錄實驗的筆記	6
如何在筆記本中畫圖	7
實驗：	
1. 物質在空氣中加熱的變化	9
2. 金屬在空氣中加熱重量的變化	11
3. 分離混合物爲單體	12
4. 化合物的分解	14
5. 氧——製法與性質	16
6. 氫酸鉀中氧之百分率(定量的)	19
7. 用鈉分解水	21
8. 氫——製法與性質	23
9. 用氫還原氧化物	25
10. 水的電解	27
11. 水的蒸溜	29
12. 二氧化碳——製法與性質	31
13. 一氧化碳——製法與性質	33
14. 大氣的成分	35
15. 空氣中氧之百分率——體積的(定量的)	38
16. 化合物的組成及其化學式(定量的)	41
17. 金屬的化合量——或當量(定量的)	43
18. 氯——製法與性質	45
19. 鹽酸	47
20. 氯化物的檢驗	50
21. 酸，鹼與鹽	51
22. 以滴定法測定溶液的濃度(定量的)	53
23. 一公升氧的重量(定量的)	55
24. 二氧化碳的克分子量(定量的)	59

	頁
25. 硫的形態	61
26. 硫化氫	64
27. 二氧化硫與亞硫酸	67
28. 硫酸	70
29. 氣體，液體與固體的溶液	72
30. 溫度對於溶解度的效果	74
31. 食鹽的溶解度(定量的)	75
32. 結晶水——風化與潮解	77
33. 結晶水的測定(定量的)	79
34. 膠體溶液	80
35. 銅之原子量(定量的)	82
36. 氨——製法與性質	85
37. 家庭用氨之分析(定量的)	87
38. 硝酸	89
39. 氧化氮與二氧化氮	92
40. 氧化二氮	94
41. 物質在溶液中之導電度	97
42. 溶解鹽之製法	99
43. 難溶解鹽之製法——反應之模型	100
44. 碳酸鈹與碳酸氫鈉	101
45. 焙粉之分析	103
46. 鹽類之加水分解	105
47. 火焰試驗	106
48. 溴——製法與性質	108
49. 碘——製法與性質	110
50. 氫之鹵化物	112
51. 低亞氫氯酸——漂白	113
52. 磷酸	114
53. 土壤試驗	116
54. 煤之乾溜	118
55. 煤之分析	120
56. 木炭——製法與性質	122
57. 乙炔與甲烷(電石氣與沼氣)	124
58. 汽油與煤油	126
59. 酒精——製法與性質	130
60. 肥皂——製法與用途	133
61. 去油垢	135

62.	紡織纖維	137
63.	食物的成分	139
64.	牛乳的食物成分	141
65.	混雜食品之試驗	144
66.	硬水的處理	145
67.	灰泥與三合土	147
68.	氫氧化鋁——製法與用途	149
69.	矽的化合物	150
70.	硼砂球檢驗金屬法	151
71.	亞鐵化合物	153
72.	鐵化合物	154
73.	用硝酸鈷檢驗金屬法	156
74.	金屬的代化	157
75.	錫之氯化物	159
76.	鉛鹽	160
77.	銅之化合物	161
78.	攝影術中銀之化合物	163
79.	分離銀銻與鉛	164
80.	銀幣之分析(定量的)	166
81.	染色	168
82.	油漆	170
83.	錳之化合物	171
84.	鎢之化合物	173
85.	單簡化合物的驗證	174

附 錄

水溶液張力表	177
氣體的密度	177
法國制(萬國公制)	178
溶解度表	179
溶解度的規則	180
實驗與實用化學章數對照表	180
實驗用品表	181

實用化學實驗

實驗手術上應注意之點

儀器的檢查： 實驗之前，要檢查你的儀器是否完備，是否合用，參看對頁可找出那些不熟悉的儀器的名稱與圖形；洗滌乾淨，並按次排列之。

本生燈： 試驗時如有煤氣，須用本生燈(圖1)以作熱的來源。當燈管底空氣孔開時，空氣擁入而與煤氣混合，燃之發青藍色火焰(圖1)；火焰的大小，以活塞節制之，當燈管下部之空氣孔閉時，則發黃色有光之火焰。

當燃煤氣燈時，永不要在開煤氣管前，把燃着的火柴放於燈上，要在開煤氣管後，再以火柴點之。前法有時爆滅，即煤氣在燈管中燃着，在此情形，發出刺鼻的氣味；並且使燈管很熱，此時應當從新加以整理，然後再用。

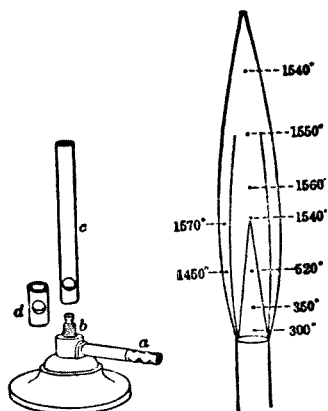


圖1. 本生燈與火焰
圖示：各部的大概溫度(°C)

玻璃管： 截一段細玻璃管，放於棹上，在適當處用三角錐作一痕記，然後用兩手拿起來，兩拇指放在痕記的對面，以兩拇指向外推之，並使其兩端拉向己身(圖2.)。

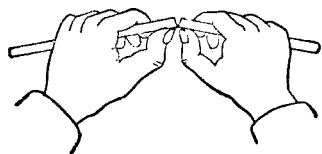


圖2. 怎樣折斷已刻痕之玻璃管

無論將玻璃管作何用途，在使用之前，必須將尖銳的邊緣燒圓，此之謂管端以火熔圓。



圖4. 變玻璃管

彎玻璃管： 先將其寬火焰上旋轉燒之，等到軟了，將其從火焰中拿出，慢慢的彎成所要的形狀，如欲彎得好(圖4.)至少須將玻璃管熱至五釐長，切記燒紅的玻璃管放於冷處必致破裂。

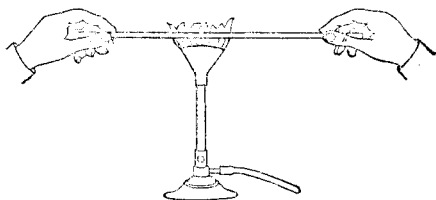


圖 3. 寬火焰上燒玻璃管

儀器的裝置： 想聯接各種儀器

需將軟木塞中穿一孔，插入一玻璃管，最好用水揩濕，慢慢的轉動，插入塞孔中(不要強推之)，此於漏氣否至為重要，檢查儀器之裝置，是否漏氣，須壓入空氣試之，平常將儀器的大部都浸於水中，看管中的水是比水平面高或低，如有孔隙，當緊閉之處開

時，水平面即變動；切記勿用火柴或蠟塞孔，但必須整理好。

儀器的加熱： 無論是玻璃器皿或磁器在加熱之前將其外部擦乾，燒一裝液體的試管時，須傾斜的拿着，在火焰上時時轉動，並變換位置，注意不要使火焰燒到無液體之處，不要用直接火焰來煮沸燒瓶或玻璃杯中之液體，要在石棉鐵網上燒之，使火焰之大小恰和玻璃杯一樣，不久即起沸騰。

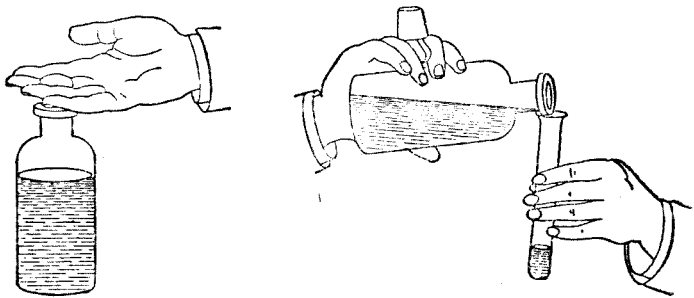


圖 5. 倒液體時持塞之正當方法

磁皿： 主要的用處是為在石棉網上蒸發之用，磁坩堝可在泥三角上直接加火，但必須慢慢的熱起，漸漸的使之冷卻。

藥品的取拿： 切勿將固體藥品倒出瓶外，應以匙子取出然後用之。勿將藥品直接放於天平盤上稱之，應當用一塊墊紙。用的藥品不應比指定的多，亦不要將剩下的藥品倒入原瓶。

由瓶中倒出液體最應注意之點，即避免液體從瓶透流出，應將瓶頸放於器皿口上，再將液體倒入，永勿將瓶塞放於桌上，應夾於手指中間如圖 5。

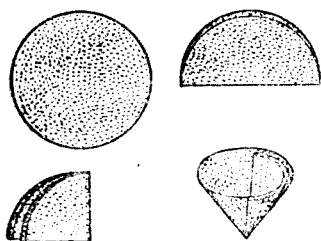


圖6. 摺濾紙法

過濾液體要先將濾紙摺為四分之一，再打開成一圓錐形(圖6)；將此圓錐形放於漏斗上，用水濕之，再行過濾。

攪棒在使用之前，當用火燒之使圓。攪棒便於傾倒液體，因液體易於沿攪棒流下(圖7)。以試紙試驗時亦用攪棒，其法用攪棒一滴液體放於紙上，切勿將試紙浸於液體中。

稱量與計重：

欲稱實驗所用藥品，應用台形天平(圖8。)如精細稱量，可稱至一克的十分之一(0.1g.)。

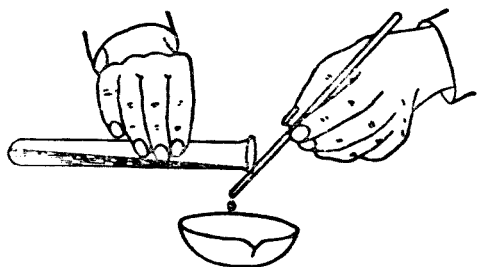


圖7. 沿攪棒倒傾液體

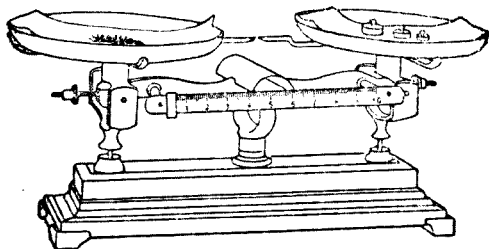


圖8. 台形天平

記住，將欲稱之物放於左盤，砝碼放於右盤，跨碼記小的重量。

為定量實驗用牛角盤天平(圖9。)其精細可到一克的百分

之一(0.01g.)。化學天平(圖10.)支點常裝以瑪瑙，並放於木箱中，檢驗砝碼盒，查其如何排列，都有什麼記號。注意較重的砝碼，(一克以上的)是銅作的，小號的砝碼，是德國銀或鋁作的，均作公毫(mg)之記號。500公毫是0.5克，10公毫是0.01克。

天平的用法：在稱物之前，須檢查天平之指針擺的距離，左右是否相等，如不等，或轉動螺旋，或加

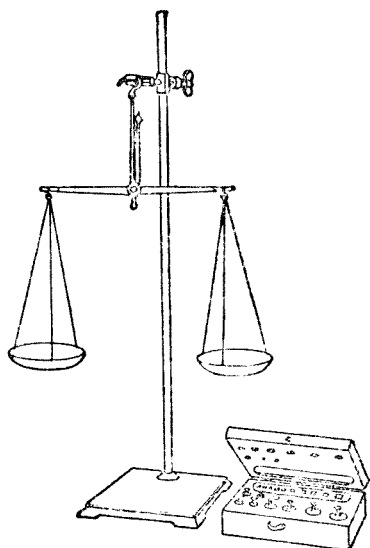


圖9. 牛角盤天平與砝碼

均衡物以平衡之。將欲稱之物放於左盤，砝碼放於右盤，先試加比物稍重之砝碼，然後去之，再順次加較小砝碼，永勿以手拿砝碼；須用鑷子，數一數盤上的砝碼，立刻記其總數。由經驗證明許多錯誤，

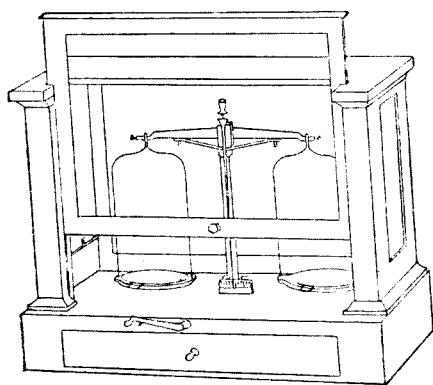


圖 10. 化學天平

是由於誤數砝碼而來，檢查盒中所缺的砝碼來校對你的結果；

放回砝碼時，先取最大的砝碼，放入盒內，此時再數之。

勿庸等待天平靜止，然後計數；好的天平不要繼續擺動很久的時間，應在盤上放正好是用的砝碼，則指針左右擺動之距離即相等。

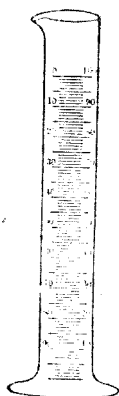


圖11. 刻度的玻璃量筒

量體積：刻度的玻璃量筒(圖11.)

是為液體體積用的，檢查時必須放眼與水面相平，以眼順零點而觀察，注意水之表面不平，而是曲的，此曲面謂之月形面，因月形

面之最低點，為記載度數之標準，

(圖12). 量小的體積時，用較小的量筒，錐形量筒或刻度的試管。

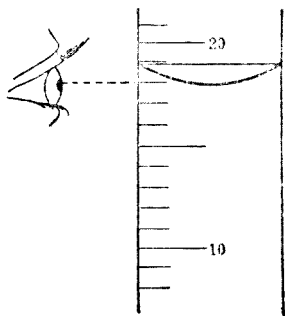


圖12. 水之月形面的讀法

如何登錄實驗的筆記

在化學實驗室登錄實驗結果於

筆記本中，必須潔淨而精確，要與書中的標題，及分段相同，以便將來查閱，觀察結果必須立刻記下來。著者相信，凡書中用曲線註出的問題，學者應當用完全的句子回答出來。造句務求簡明。

定量實驗，所得的結果，須小心的記下；每個測量的結果應另寫一行，用表記之，下表即示明試驗 6 的記載，

坩堝重 + 氫酸鉀	22.03g.
空坩堝之重	<u>20.03g.</u>
氫酸鉀之重	1.73g.
第一次熱後之重	21.42g.
末次熱後之重	<u>21.35g.</u>
氧的重 (失去的重)	0.68g.
氫酸鉀中氧之百分率	<u>39.</u>

所有的根據，必須直接記於筆記本中，勿隨便記於碎紙上，一切的計算，亦應在此本中算之。

實驗要完全自己作，將所作的與所觀察的均記出來；假如別的學生幫你作，或抄別人的筆記，在此功課中，將一點益處得不到，且白費時間。

如何在筆記本中畫圖：不要作整部儀器的圖，作一部分即可，即垂直平面的斷面，如一片紙於在平面中一般，畫一儀器的橫斷面，圖13 表示製氧儀器的斷面圖，畫圖對於溫習上甚有用。按照書中所說方法畫一詳細的圖。如無自由畫

圖的技巧，最好使用尺，圓規等助成之，

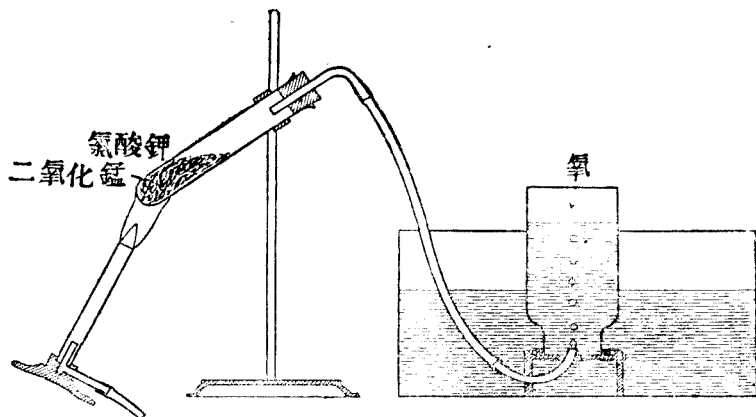


圖 13. 製氧儀器裝置的斷面圖

實 驗 1.

物質在空氣中加熱之變化

用具：鑷子，本生燈，三足架與泥三角，坩堝蓋，鐵匙，鐵絲（6cm長）。

藥品：銅絲（#24），鎂條（6cm），錫，粗糖。

導言：木材或煤燃燒後，似乎除所餘之灰燼外，一無所有，約在五十年前，化學家起始研究此種變化，此後化學乃有長足之進步；由研究各種金屬在空氣中燃燒所發生之變化，得到燃燒正確之解釋。在此實驗中我們將要觀察某種物質加熱時發生何種變化。

方法：

a. **銅：**檢查一條有光澤的銅絲記其特性，根據此種特性知其為銅。用鑷子夾住銅絲

，放於本生燈焰的尖端（圖14.）直熱到不再有變化時為止。使冷與未燒過之銅絲，比較其表面有何不同，銅變化否？作一表記載此試驗中觀察所得之結果。

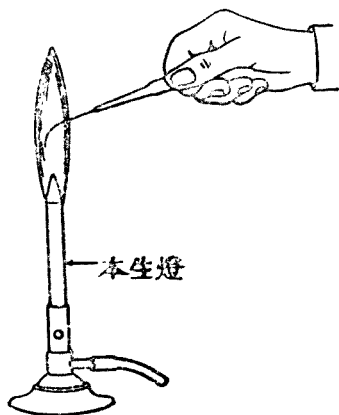


圖14. 火焰上燒銅絲

註：常將你的結論，所依之根據，加以說明。

b. 鎂：用一段鎂條按實驗 (a) 試之，記載鎂與其生成物之性質，如，顏色形像，金屬(或非金屬)柔軟性或脆性。

c. 錫：置坩堝蓋於三足架之泥三角上，放粒狀錫數塊於蓋上，加熱，初擺動火焰微熱之，更漸加熱之，最後將燈放於蓋下加強熱。用鐵絲攪拌融化的錫，比較原來的錫與其生成物。

d. 糖：在鐵匙中燒一塊糖(如豌豆大小)如圖15。注意火焰，煙，或發生之氣味，記載形像的變化及殘餘物的相對之量，依其性質來鑑定牠爲何物。

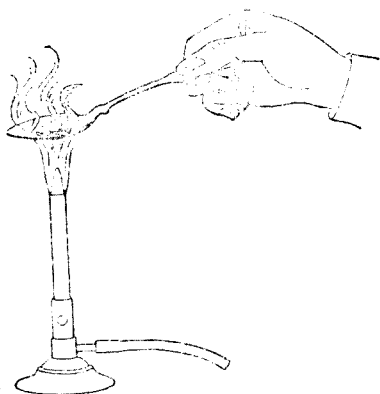


圖15. 鐵匙內燒糖

補充實驗*：燒一塊白金(鉑)絲比較所得的生成物與原來的白金絲，有無變化？同樣試驗幾種鹽類與硫，並記出你所能決定的性質來，在空氣中分燒各種物質，注意與生成物的性質有什麼不同。

這些物質加熱永不變化？你如何知道？硫的性質與其他別
的物質最不同之點是什麼？硫是否消失？

* 補充試驗所需的儀器與原料，沒有包含在通常試驗的儀器表內。

實 驗 2.

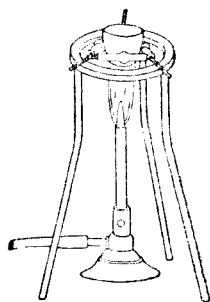
金屬在空氣中加熱其重量之變化

用具： 坩堝，牛角盤天平與砝碼，環架，泥三角，本生燈。

藥品： 銅絲(#30)

注意： 任何種藥品永不要直接放在天平盤上，不要在熱時稱之。

方法： a. 稱一個乾潔的坩堝（不帶蓋（要近於百分之一克（0.01g.）繞鉛筆捲一約五呎長有光澤的銅絲（#30）；把銅絲圈放在坩堝內，再如前稱全體的重量。然後將坩堝放於泥三角上(圖16)加熱，初微熱之，後用大火燒十五分鐘。



調節火焰使坩堝在藍火焰尖端之上，為達此試驗之目的，不必要作用完全。

圖16. 在泥三角上熱坩堝

1. 冷此坩堝，漸漸降低火焰，最後撤火，使坩堝在三足架上冷到能用手拿，再稱此坩堝之重。

重量減少？或重量加增？其重量為何不同？

作表記載重量如下

坩堝的重 + 銅	..... g.
空坩堝的重	..... g.
加熱前銅之重	..... g.
坩堝的重量 + 加熱後的銅	..... g.
空坩堝的重	..... g.
加熱後銅之重	..... g.
銅改變之重量	..... g.

補充實驗：用兩三克鐵粉，或粒狀錫代替銅，重作此項試驗。

實驗 3. 分離混合物爲單體

用具： 試管與適宜的軟木塞，漏斗，濾紙，結晶皿，小燒瓶，蒸發皿，環架。

藥品： 二硫化碳，黑色火藥。

導言： 自然界中很少發現物質是純粹單體，至少包含兩種單體。在物體之分配，有時均勻，有時不均勻；有時很堅固的結合着，有時或鬆散的結合着，這樣的物體名爲混合物，其成分名之爲單體。每個單體都保持其原體的，物理性及化學性；故混合物的性質是其單體的性質。在此試驗中，將證明黑色火藥，雖然性質相似，但實在是三個十分不同的單體的混合物，硫，硝石(硝酸鉀)與木炭。此問題即利用每種物質之特性將其由混合物中分開。

方法： a. 檢查黑色火藥，雖然是三種不同物質的混合物，但因其結合之密切甚難辨別其爲三種，如用適當的溶媒能分爲各種單體，二硫化碳能溶解硫，水能溶解硝石(硝酸鉀)；木炭不溶於此兩種溶媒中。

b. 取約五克重的黑色火藥，放於試管中，配一合適的塞子，倒入 10cc. 二硫化碳，重新塞好，搖動五分鐘，放好，俟澄清，將清的液體倒入乾濾紙上，使流入玻璃杯或結晶皿中，放於離火較遠之處。

注意：二硫化碳甚易燃，切勿近火。

二硫化碳不久即蒸發，剩下的即硫的結晶。

c. 將剩在試管中之黑渣滓攤在濾紙上使乾，乾後將其移到小燒瓶裏去，倒入2cc. 熱水搖動五分鐘，硝石即被溶化；把溶液濾入乾淨之蒸發皿內，煮此濾液水即蒸發，剩下之白色殘餘物，即硝石(硝酸鉀)。

d. 留在濾紙上之黑渣滓是木炭或碳，此為黑色火藥之第三種成分。

結果： 在此試驗中黑色火藥之三種成分的每種性質是什麼？

補充實驗： 作以下各物質的混合物，並用適當的溶媒來把牠們再分開：

1. 粉筆屑與食鹽。
2. 鋅粉與硫。
3. 砂與糖。

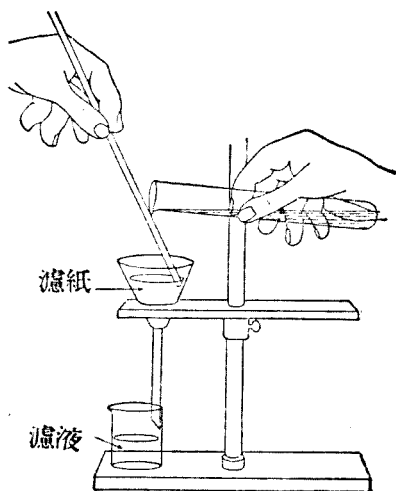


圖 17. 過濾分離混合物

實驗 4.

化合物的分解

用具： 燃燒管(硬試管)帶一孔的橡皮塞，環架與夾，水槽，試管，玻管，本生燈。

藥品： 氧化錒，木片。

導言： 拉瓦錫(Lavoisier)找出燃燒金屬時，由空氣中得來之物質的性質，他燒錒一連幾天，溫度總比其沸點低一點，得到了少量的紅粉，後又在一試管中燒此紅粉，溫度燒到錒的沸點以上。



圖18. 裝粉末於試管中

普普利斯特力(Priestley)已作過此項試驗，但他並未了解此結果之實在意義。

在此試驗中，我們將取同樣的紅粉來燒牠，找出所發生氣體的性質。

方法： a. 取二三克紅粉(氧化錒)放在乾淨的燒管底部。其法，先將紅粉放在折好的紙條一端，將其小心的放入燒管中，如圖18；然後將燒管直立，輕敲紙條，則紅粉自沉於管底，管邊可十分乾淨。把燒管固定在架子上，在橡皮塞處連一導管如圖19，再裝水一試管倒插於水槽中之導管口處。

b. 以手持燈漸熱燒管，沿着燒管移動火焰，氣泡即由導管很快的跑出。

爲什麼有氣泡？

當收集到半試管氣體時，即將試管移開，倒立着，以木片餘燼(不要有火焰)來試驗該氣體是否空氣？

注意：當導管口仍在水槽中時切勿去火。解釋將發生何種現象？

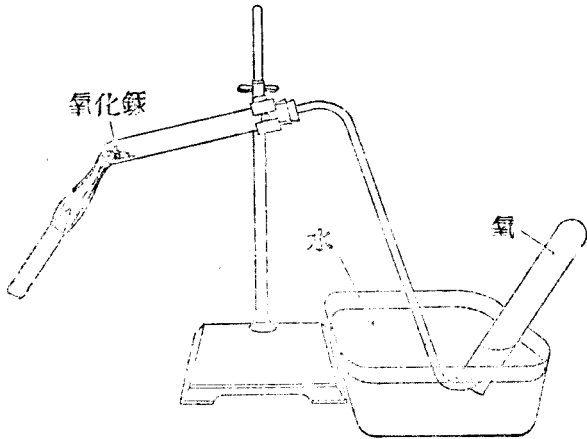


圖 19. 分解氧化錒

c. 繼續熱此燒管直到粉末完全分解爲止，再裝滿一試管氣體用木片餘燼試之，此氣體是氧。在此兩試管中燃着的木片有何不同？

d. 用木片擦去剩在燒管邊上的東西，此爲何物？

紅粉已分解爲那兩種東西？

補充實驗：取 1cc. 二氧化鉛放在燒管裏，垂直的縛夾上，初微熱之，用一木片試驗氧，去火後來檢查管中之殘餘物，此新物質為氧化鉛。

實驗 5.

氧之製法與性質

用具：試管帶一孔塞，環架與夾，本生燈，四個寬口瓶，四塊方玻璃片，水槽，突燃勺，玻管。

藥品：氯酸鉀，二氧化錳，木片，木炭片，銅絲（15 cm. #18），硫，紅磷，石棉紙。

導言：在實驗 4 中用氧化錒以製氧，太不經濟。在此試驗中則用氯酸鉀因他含有多量的氧，加黑粉二氧化錳熱之氧即能放出。此黑粉並不參與化學變化，試驗完畢後，它仍留在試管中，但它能使氯酸鉀在較低溫度時分解發生很多的氧。此種只影響化學反應的速度，而不參與化學變化的物質，稱為觸媒或接觸劑。

製法：取十克氯酸鉀及相當其三分之一容量的二氧化錳，在紙上混合後，裝入試管，水平夾起，輕敲試管使混合物分佈於管之下部，管口部分要空着。再插入一帶導管之橡皮塞如圖 20。向水槽中裝入水要慢過集氧瓶口，裝水滿四個寬口瓶，用玻璃片蓋上，倒立放於水槽中。

用小火焰燒試管，要常移動火焰，若氣出的快時，可把火暫時去掉；慢慢的熱，最初發生的氣是不是氧？把四瓶都滿裝以氧，每個均用玻璃片蓋好，正放在棹上；俟四瓶滿後，由水中把導管拿出再去火。試管中之殘餘物很易用熱水除去。

性質： a. 取一瓶氣來鑑定其顏色，氣味，溶解度，然

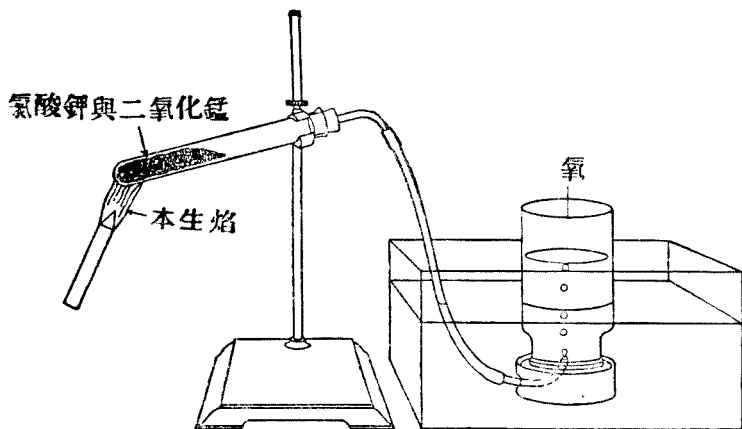


圖 20. 分解氯酸鉀

後再投入一熾熱的木片，（由氯酸鉀製出之氧因含有雜質有時不十分清晰。）由收集氣體的方法，可推知其溶解度。

b. 木炭：取炭片一，用鐵絲捲上，燒此炭片，到灼熱時立即投入氧瓶中，試比較炭在氧中與在空氣中燃燒之結果？發生的氣大概含有什麼？

c. **硫**：取一帶石棉紙的突燃勺，放入0.5cc. 硫，在燈焰上熱之，觀察此時的火焰，然後再把它放入氧瓶中，用玻璃片將瓶口嚴密蓋好。試比較在氧中燃硫，與在空氣中燒硫的火焰，最後熄滅否？假如熄滅是因爲什麼？小心的嗅嗅剩在瓶中的東西是什麼？

d. **磷**：取一乾淨的突燃勺，重新填入石棉，放入一

塊豆大的紅磷，燒之，再將其放入另一氧瓶中與前次的燃燒比較。此類生成物是氣體，或是精細的固體小粒？

注意：所用之勺在收藏以前，必須把它燒到紅熱二分鐘，然後再收存起來，爲的燒去附着在勺上的磷。

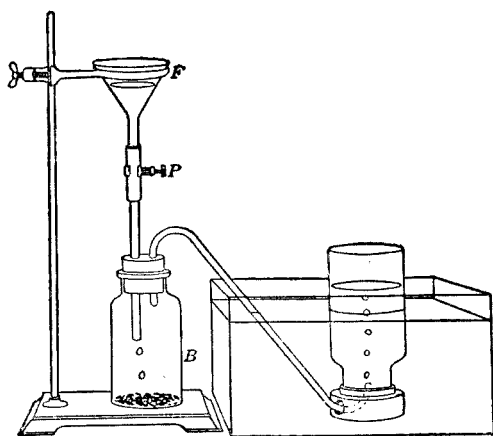


圖21. 由過氧化鈉與水製氧

結果：記載你在此試驗中觀察所得氧之性質及其顯着的特性。

補充實驗：用過氧化鈉(白色固體含41%氧)製氧是很容易的。僅滴水於過氧化鈉上即可，如圖21. 放5克過氧化鈉於瓶底，漏斗F中裝以溫水，開簧夾P使水慢慢滴在過氧化鈉上，漏斗中永不要斷水，則可如前法收集氧。

實 驗 6.

氫酸鉀中氧之百分率

用具： 坩堝與蓋，環架，牛角盤天平，泥三角，鐵鑷子，木生燈。

藥品： 乾氫酸鉀。

導言： 因氫酸鉀為化合物，當能很容易決定其中氧的百分率，一切的化合物都有其一定的百分組成，以後我們將知道如何決定氫酸鉀中氫與鉀的百分率。此係定量的實驗，最好先明白關於稱東西，計算重量與使用天平的方法。

方法： 取一乾淨的帶蓋坩堝，稱此空坩堝到百分之一克(0.01g)重。放入乾的粉狀氫酸鉀再稱其重。

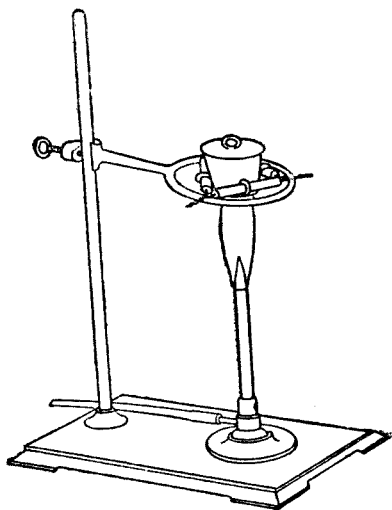


圖22. 坩堝中燒熱氫酸鉀

把蓋好的坩堝放在泥三角上，再放於環架上，不要太高，也不要太低，如圖22. 起始用小火焰(5釐長)來燒，然後可用鑷子將蓋取下來，調整火焰使氫酸鉀鎔化，而且慢慢的放出氧。有時濺到蓋上，則去火，把蓋取下放在一釉光紙上，用針撥掉固體的物質，再小心的放回坩堝內。

繼續的燒到不起泡沫，再強熱十分鐘，然後用小火焰使坩堝漸涼，最後撤去火，俟冷時再稱其重量(0.01g)。

再強熱五分鐘，冷之，再稱其重量，如第二次燒過後，重量無變化，即可知氧已完全跑淨，如較前輕，則再繼續燒五分鐘，這樣繼續作去，直到兩次重量一樣時為止，這種方法名爲熱至重量不變爲止。失掉的重量即等於氧的重量，坩堝中之殘餘物是氯化鉀·氯酸鉀中氧之百分率，可以如此計算：

$$\frac{X}{100} = \frac{\text{氧之重量}}{\text{氯酸鉀之重量}}$$

所有的計算，都記在筆記本中，列成一表：

坩堝重+氯酸鉀.....	g.
空坩堝之重.....	g.
氯酸鉀之重.....	g.
第一次燒後之重.....	g.
末次燒後之重.....	g.
氧之重.....	g.

由全班作此試驗之結果，求出百分率的平均數，這個述明了化學的那個定律？

補充實驗： 用同樣方法可求出氯酸鉀中氧之百分率

實 驗 7.

用鈉分解水

用具： 小刀，蒸發皿，鑷子，環架與夾，水槽，大試管，玻璃片，玻璃棒。

藥品： 鈉，試紙（紅與藍），鉛片。

注意： 鈉與水之反應很劇烈，不可用濕手拿鈉，務必遵守實驗的說明。

導言： 水是最熟悉最普通的化合物，我們已知(g11*)用電流可將其分為兩種完全不同的東西——氧與氫，在平常的溫度利用活潑的金屬如鈉或鉀，亦可由水中得着氫，但要小心來作，因為這些金屬與水的反應很劇烈。但為實驗方便起見，可用價值便宜而不活潑的金屬如鋅；因鋅對於水的作用太慢，可以加一點稀硫酸或鹽酸以助之（參看試驗8）。很多金屬可由酸溶液中趕出氫而代其地位。近年來電甚便宜，商業上所用大量之氫都由電解水得之。

方法：

a. 新切之鈉表面如何？鈉是硬或軟？重或輕？

b. 裝水滿半蒸發皿，放上一張濾紙，然後用鑷子投上一塊鈉（火柴頭大）再放入水中；最好用玻璃片保護眼睛以防濺出，如圖23，觀察其結果。

* 括弧內數字，為勃柯實用化學節數。

使鈉不要跑開濾紙，避免鈉在水面上環繞。

c. 當此作用停止時，以此溶液濕手，再攥擦之，結果如何？再以玻璃棒沾此溶液滴在紅藍試驗紙上，結果各如何？

d. 用乾鉛片包一乾淨新切的鈉（直徑約3mm）用刀口將鉛片穿數小孔（圖24）。假如需要，另用一塊鈉包於鉛片中，以便裝滿試管，如鈉由鉛片逃出，則先放於一傍。

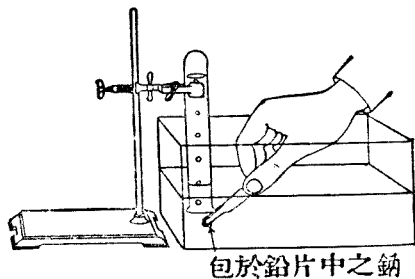


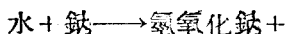
圖23. 鈉與水之猛烈作用

圖24. 收集鈉於水作用發生之氣體

管中氣滿後，使管口向下拿到火焰處，燃燒此氣，其結果如何？此氣是氫，有黃色火焰由於含鈉之故，若鈉是一元素此氣從何處得來？

畫一在 d 節中所用儀器的圖，並註其名。

完全以下文字方程式：



補充實驗：取一試管，裝滿以四分之一的水，放在試管架上，用鑷子夾一小塊鈉如豌豆大，放於其中。臉必須要離開試管口，注意其作用。燃一火柴送到試管口，結果如何？

鈣放在水中亦能發生氫，其反應不似鈉之猛烈，故很安全。
 • 鈣較鉍容易試驗，不必包在鉛片中，如普通金屬一般可用手拿。

註：金屬鈣可用老虎鉗子夾起，切成小塊，亦可用鑿子捶成碎片。

實 驗 8.

氫之製法與性質

用具：帶兩

孔塞之寬口瓶，安全
 漏斗，水槽，玻璃管
 三個寬口瓶與三個玻
 璃片，本生燈，試
 管。

藥品：鋅，

稀硫酸，硫酸銅溶液
 ，蠟燭。

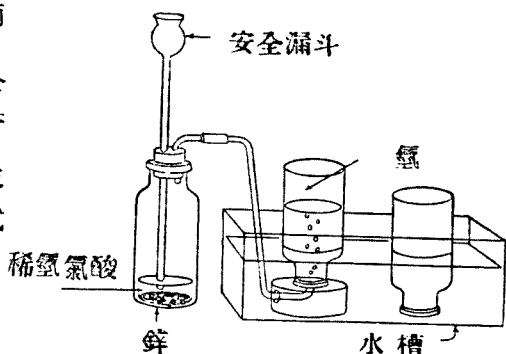


圖25. 鋅與稀硫酸作用發生氫

製法：製氫最便利的方法是用鋅與稀硫酸作用，放約20克鋅於瓶中，瓶要帶一兩孔橡皮塞，一安全漏斗，一導管，為在水上收集氣體之用(圖25)，轉動帶安全漏斗的塞子，緊密塞好，然後由安全漏斗倒入稀硫酸，漫過瓶中之鋅；安全漏斗務必要浸在酸中。假如不發生氣體，可由安全漏斗加入幾滴硫

酸銅溶液。

先放出來的氣是氫與空氣的混合物，其中空氣若超過一定的限度，燃之，則發猛烈的爆聲，若鑑定氫中是否仍有空氣，可收集一試管氫，放在小燈焰上燃之，繼續收集之，燃燒之，直到不發爆聲而能安靜的燃着為止，收集三瓶氫，用玻璃片蓋好，口向下放在棹上。

性質： a. 取一瓶氫，口向上（開口）放在棹上，一分鐘後拿一蠟燭送入瓶口，如此證明氫之密度與空氣之密度有什麼不同？

b. 取第二瓶氫，口向下，以燃着短燭送到其底部，再慢慢拿出來，燭焰發生什麼現象？瓶口發生什麼東西？解明之。

c. 取一瓶氫口向下，放在口向上之空氣瓶上（即口對口），過三分鐘取去下邊的瓶，上瓶急用火燃之；此試驗中指明氣體擴散的什麼事實？

摘要氫之性質並與氧之性質作一比較。

補充實驗： 過濾燒瓶中之液體，並用蒸發皿放於石棉網上蒸發之，至剩一半為止，冷之使結晶，此種東西名為硫酸鋅，含有鋅，硫與氧。假如硫酸中含有氫，硫與氧，此氣體發生所生的化學變化為何？

如證明燃燒是一相反的方法，可如下法在氫中燃燒空氣；取一燈罩在底端按一塞，塞上插兩根玻璃管一直管（10cm長， $\frac{1}{2}$ cm直徑），一小管彎成直角聯於生氫（未發光）之瓶，燈罩頂端放一中間有孔（1.5cm直徑）的石棉板。再用另一塊石棉板蓋上此孔，通氣，過幾分鐘罩中氣滿，取一燭放在直管口處，不要蓋上頂端之孔，火焰即在管口燃着，空氣亦繼續進入，以供給燃燒，多餘的氣在頂上燃燒。如此空氣在罩內之氣體中燃燒，此氣體在頂上之空氣中燃燒。

實 驗 9.

用氫還原氧化物

用具：帶兩孔塞的寬口瓶，安全漏斗，帶塞的乾試管，環架與夾，本生燈，試管，玻管。

藥品：氧化銅，（絲狀），鋅，稀硫酸，及石棉紙，熔過的氯化鈣。

導言：我們已經知道有光澤的金屬銅；在空氣中燃燒，則變為黑色的氧化銅（試驗1）。在此試驗中則恰相反，我們要把黑色的氧化銅變為金屬的銅；此變化名為還原。

欲達此目的，須用乾燥的氫（無水蒸氣），即將氣體通過裝粒狀氯化鈣的管，以棉花置於管端則乾燥物質不易吹出。

方法：a. 取一乾試管，放入 0.5cc. 氧化銅，口稍斜下裝置如圖 26. 乾燥管之塞上插一直玻璃管，再將試管套於直

玻管上，使管端與氧化銅接觸。

b. 裝置如試驗 8 一樣，發生氫，等三分鐘使氫把空氣趕走後。

注意： 空氣未曾趕完，器具切不要近火。

燒氧化銅到紅熱，要小心燈焰，勿近管口。

c. 注意氧化銅之變化，在管之冷部聚集的是什麼？在此試

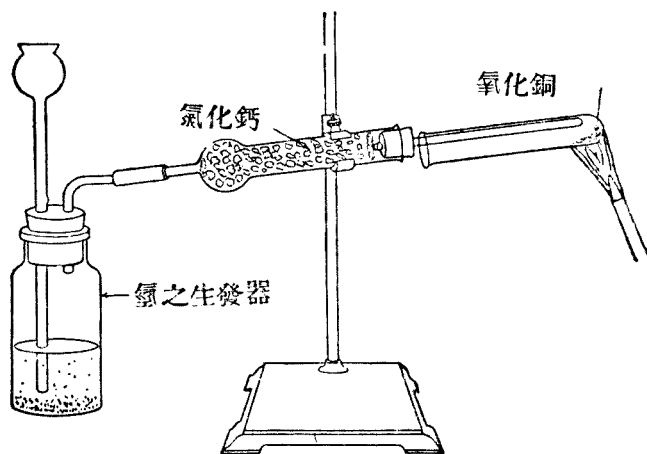


圖 26. 用氫還原氧化銅

驗中什麼物質還原了？什麼物質氧化了？

為什麼須用乾氫？

補充實驗： 用氧化高鐵代替氧化銅，來作此項試驗。

實驗 10.

水的電解

用具： 電瓶(4吋×5吋)電解器(圖27)，蓄電池(3個電池)，或四個乾電池(新的)，或100瓦特的燈泡，以插銷連於110弗的直流電。

藥品： 硫酸水溶液(酸與水比 1 : 20)，木片。

導言： 此試驗雖常在課堂上作之，但初學者確感困難

，此試驗之目的，不僅要證明水為氧與氫化合而成，還要測定兩種氣體相對之量。又因純水非導電體，故加硫酸少許，使其導電。如作完後，測定含酸之量，便可知硫酸之量未減變，必與原來酸量相同。

方法： a. 在電瓶上夾一電解器如圖27，瓶中裝滿三分之二的水，其中含一體積的酸與二十體積的水。

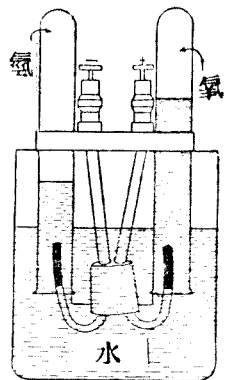


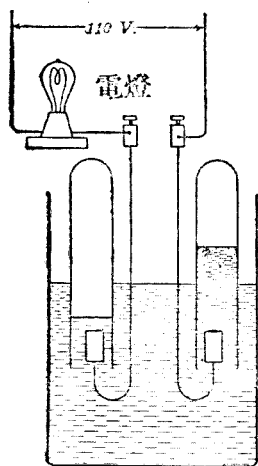
圖27. 水的電解

注意： 要將酸倒入水，切勿倒水入酸。

裝滿兩試管稀硫酸，每管用手指塞住倒插入瓶，立於水中，夾住，使電極完全浸於管中，然後再把你手上的酸洗去。

b. 將電解器之兩電極與蓄電池相連，或將110 弗的直流電，與100 瓦特電燈順結如圖28，注意正極(+)與負極(-)，在此試驗中我們假想，電從正極走入溶液，從負極走出溶液。

c. 當教師驗過你的儀器裝置以後，即可開始通電，在同一時間內，正電極發生的氣體與負電極發生的氣體之體積各如何



? 試比較之。

當試管氣滿時，將其拿開，管口向下用火燃之，是什麼氣體？在負電極收集的是何氣體？在正電極收集的又是何氣體？

假設硫酸的量沒有變，試驗後與試驗前一樣，氣體由何處得來？完成下面文字方程式。

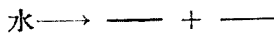


圖28. 順結燈線圖解

補充實驗： 假如用有cc. 刻度之管子與一低安培電流表，則可用以改正電流表。若一公升氫重0.09克，其電化學當量為每安時0.0376克(0.03768克每安時)。取一停錶記錄用0.25安電流收集40cc. 氫所需的時間。計算其電流並與電流表記錄結果之平均數相比較。

實驗 11.

水的蒸溜

用具： 帶一孔塞之燒瓶，環架，綿心鐵絲網，本生燈，寬口瓶，試管，玻管。

藥品： 食鹽(氯化鈉)，過錳酸鉀(或硫酸銅)，氨水(濃的)，紅試紙，大理石，紙片。

導言： 天然的水

沒有絕對純淨的，若使之適於飲料或工業上的使用，即須過濾，煮沸，或用某種化學藥品如氯來處理之。但在化學試驗中蒸溜水是絕對的重要，此法即先將水煮沸再凝集其蒸氣。假如將用具清潔，雜質的沸點都比水的沸點高，則蒸溜液即得純淨的水。下之試驗即示明此種方法。

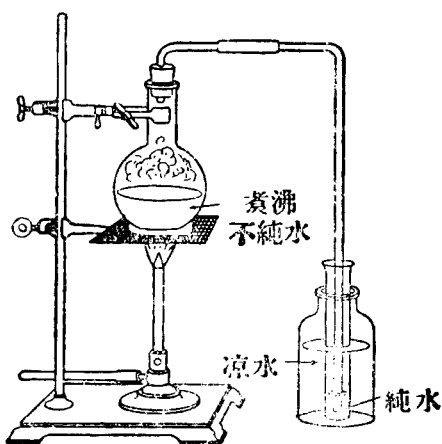


圖29. 製蒸溜水之簡單儀器

方法：

a. 取一勺食瓶鹽溶於50cc. 的水中，將此溶液放在圖29的燒瓶中。放入燒瓶中幾片大理石以免劇沸。由燒瓶沸水中得來的蒸氣，使凝集於試管中。此試管要用冷水冷却着。微火煮沸至蒸液有5cc. 為止。嚐此蒸溜水，裏邊有沒有鹽？解釋之。

再用過錳酸鉀結晶(或硫酸銅)有色的水溶液50c. c. 蒸之。
蒸溜所得之液體有色否？(不要嚐味)。

b. 在50cc. 水中加幾滴氨(氣體)的濃溶液，注意聞一聞液體的氣味。滴一滴於紅試紙上結果如何？

與蒸溜鹽水同法，蒸溜稀氨水溶液，蒸溜過的液體有什麼

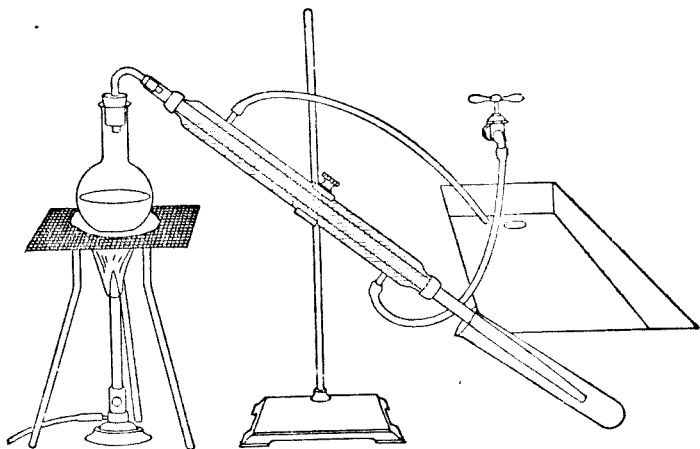


圖 30. 用李氏 (Liebig) 冷却器蒸溜水

氣味？用紅試紙試之，裏面有無氨？試解釋之。

補充實驗：取一李比西(Liebig)冷却器如圖30. 取100 cc. 水加一滴濃氫氧化銨溶液，於六個試管中，各放一滴酚酞 (phenolphthallin) 溶液 (在鹼性液中變成淺紅色的指示劑) 將蒸溜液順次蒸到這些試管中，每管滿 15cc. 時立即另換一管。試問氨隨蒸氣蒸過來沒有？先蒸出之液體比後蒸出之液體含氨孰多？

實 驗 12.

二氧化碳——製法與性質

用具： 帶兩孔塞之寬口瓶，安全漏斗，三個寬口瓶與三塊玻璃片，玻管與橡皮管。

藥品： 大理石片，稀鹽酸，藍試紙，蠟燭，石灰水，木片。

導言： 二氧化碳是火氣中氣體之一，在天然泉水中亦含有之。我們常見汽水所發生之氣泡即是二氧化碳。因此氣體

不易燃燒，故用為滅火劑內液體成分之一。無論何處含碳的煤或燃料，燃燒時其生成物之一即二氧化碳。事實上人類亦呼出二氧化碳，在此試驗中將證明之。

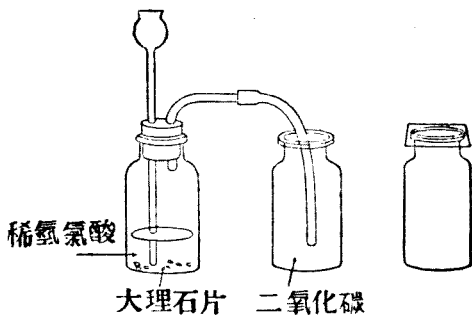


圖31. 發生二氧化碳替代空氣

製法： 用製氫同樣裝置的儀器，用排空氣法，收集此氣(圖31)。瓶中放大理石片，從安全漏斗加入稀鹽酸，此氣即發生。當瓶滿時用一燃着的木片送入瓶口，火焰立刻熄滅。各瓶用玻璃片蓋上，使此氣通入試管中之水，嚐此液體，並用試紙試之。

性質： a. 燃一蠟燭，如倒水一樣倒一瓶二氧化碳於其上，此氣助燃否？比空氣輕嗎？

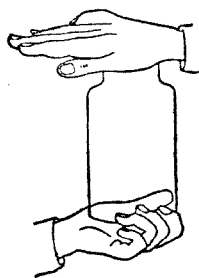


圖32. 水與二氧化碳搖合

b. 取一瓶二氧化碳倒入 10cc. 水立刻用手掌蓋好（圖32），用力搖動，由大氣的壓力，手被吸住於瓶口嗎？此氣體溶於水否？

c. 將半試管澄清石灰水倒入二氧化碳瓶中，搖盪此瓶，則生成乳狀之碳酸鈣沉

澱。這是鑑定二氧化碳之最好的試驗方法。

d. 在瓶中燒松木片，加少許石灰水並搖動之。木片燃燒時，生成什麼氣體？

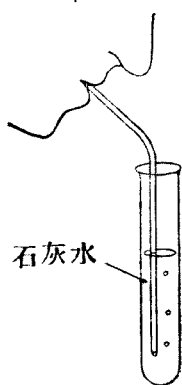


圖33. 石灰水內吹氣

用玻管插入半滿石灰水之試管中，以口吹之（圖33）。

由肺中呼出之空氣含有什麼氣體？

結論： 照你觀察所得，作一二氧化碳的性質表。

補充實驗： 說明一種滅火劑之構造及使用法。如圖 34. 瓶中幾乎滿裝飽和的酸性碳酸鈉，並有盛極稀硫酸（約1比10）之試管。



圖34. 化學滅火器之簡單形式

欲證驗其效用，於盤中作一紙或木片之小火，然後緊持瓶塞而倒置之，撲滅此火。試解釋其用法。

實 驗 13

— 一氧化碳 — 製法與性質

用具： 帶一環一夾之架，石棉鐵絲網，本生燈，一小燒瓶帶二孔塞，導管，滴漏斗，水槽，三個寬口瓶，與三個玻璃片。

藥品： 濃硫酸，蟻酸，蠟燭，石灰水。

導言： 燃燒含碳的物質時，如氧之供給有限，則發生碳之另一種氧化物，名爲一氧化碳。此氣性質甚特別，爲一種毒氣，我們應緊記此點。各種氣機廢氣中，都含一氧化碳。我們常聽說過在汽車工廠中，在密閉的小室內中毒的，即是此氣的作用。在煤氣中，此氣佔大部分，故永不可使未燃之煤氣逸出管外。

注意： 一氧化碳有毒，切勿吸之。

製法： 取一小燒瓶，按一兩孔塞；一孔連導管，一孔連附簧夾之漏斗。如圖35。將其放於環架之石棉鐵絲網上，以火微熱之，將導管放於水中收集此氣體。去掉燒瓶塞倒入 15 cc. 濃硫酸再蓋塞子，漏斗中裝以蟻酸。試驗時漏斗中之蟻酸永

不要完全流出。

滴幾滴蟻酸流入燒瓶並微熱之，用簧夾夾住橡皮管，使蟻酸每次一滴一滴的流下。將燒瓶中發生出來之氣體，收集三瓶，關上夾子停止氣體發生。

性質： a. 不要用第一瓶試驗，爲什麼不用？取一瓶氣

使瓶口向下，送入一短的燃燭。此氣能否燃燒？蠟燭在氣體中能否燃燒？

b. 取另一瓶氣體，將玻璃片打開一部分倒入 5cc.

澄清石灰水；即刻將玻璃片蓋上，使瓶口不要漏氣，搖之注意石灰水之變化。燃一燭，去瓶蓋，速燃其氣，即刻再將蓋放上。當火焰熄時，再搖之，一氧化碳燃燒後，生成何種氣體？

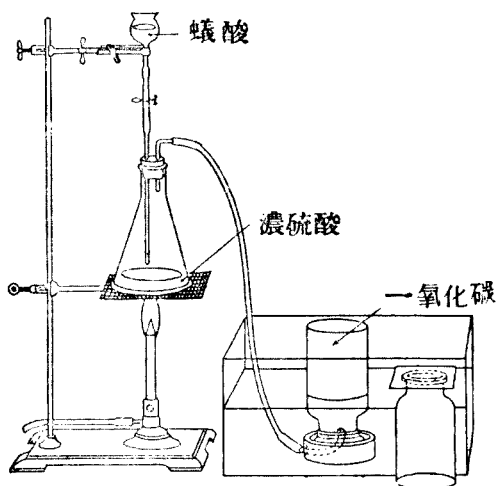


圖35. 滴加蟻酸於熱濃硫酸發生一氧化碳

c. 摘要一氧化碳的性質。如何區別是燃氣或是燃一氧化鐵？

補充實驗： 將一氧化碳通過水過紅熱的氧化銅，可表明一氧化碳之還原作用。(圖36)。使石灰水變成乳狀則表明發生二氧化碳。未燃之一氧化碳，用排水取氣法收集而燃燒之。



圖36. 用一氧化碳還原氧化銅

實 驗 14 大 氣 的 成 分

用具： 一個 2000cc. 的瓶帶一兩孔塞，硬玻璃管(20cm. 長)，帶兩個孔的塞，本生燈，三個寬口瓶，水槽，環架與夾，玻璃管。

藥品： 銅絲網或捲。

導言： 大氣是由約五分之四氮，五分之一氧與不到五分之一的氫及變量的二氧化碳，水蒸氣，及微量的稀少氣體所組成。空氣既由如此多之氣體所組成的混合物，如詳細研究其中最重要的一種——氮，必甚有價值。

由大氣製氮法： 空氣中之氧極易與紅熱的銅化合，而氮則否。此乃極易從空氣中得氮之法；儀器裝置如圖37。

以銅絲網或銅裝於硬玻璃管中，取一瓶安一兩孔的塞子，一聯硬玻璃管，一通水管。初沿管微熱銅絲網，其後更加强熱但不要燒着塞子。然後打開水管。把瓶中空氣慢慢的驅入管中。如此收集氣體三瓶。

性質： a. 取一燃着的蠟燭放於盛氣的瓶中。有何現象發生？

b. 另取一瓶加入少許澄清的石灰水，搖之石灰水是否變混濁？

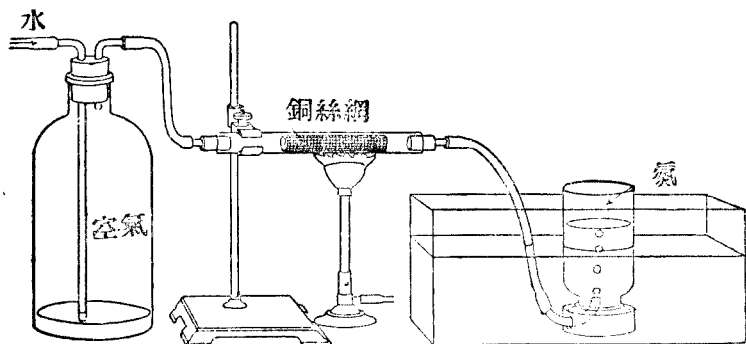


圖37. 將空氣通過紅熱的銅

c. 求出燃着之硫能否在氮中繼續燃燒？

d. 按你所觀察到的，作一氮的性質表。

冷後銅上之黑質為何物？

空氣的那種成分被銅去掉？

如何區別二氧化碳與氮？

為什麼空氣要慢慢的通過熱銅？

如此得來的氮含有什麼雜質？

在空氣中你怎樣證明有水蒸氣？如何除去之？

補充實驗：由空氣中除去氧最便利的方法如下：

將寬口瓶之裏面完全濕之，在濕面上洒以細鐵屑，將瓶倒置，則鐵屑可完全附於瓶之內面；然後將瓶口向下放入有二寸水深之水槽中，三天後，來測定剩下氣體的量及其性質。

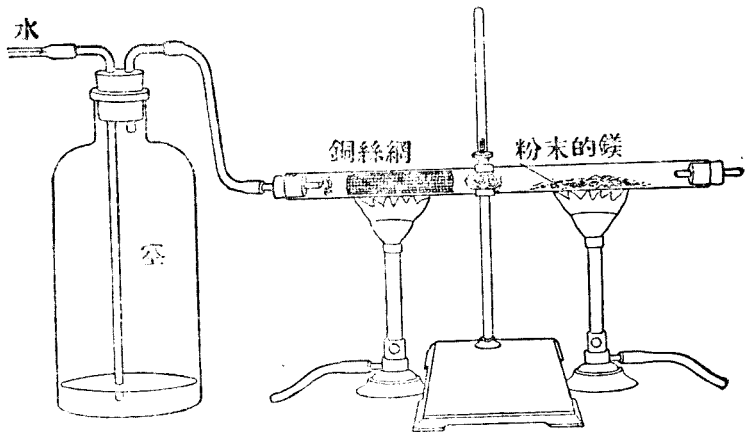


圖38. 將空氣通過紅熱的銅與鎂

在長的硬玻璃管中（30 cm長），放入銅與鎂則可吸收空氣中氧及氮，在管中間放一粹石棉的鬆塞，左放銅絲網右放鎂粉如圖38。熱兩邊的金屬，然後由左至右通入空氣，到兩邊有變化證明時為止，打破管子，檢查生成物並述其名，再將鎂的生成物放在水中，注意其發生之氣味。

實驗 15.

空氣中氧之百分率 ——體積的

用具：水槽，環架與夾，100cc. 量筒，寒暑表，氣壓表。

藥品：白磷，銅絲(3c.u. #18)。

導言：測定空氣中氧的百分率，最好的方法是在一定容積的空氣中燃燒一種物質以除去氧，然後再測定剩下氣體的容積。白磷即易除去空氣中之氧，因其能生成溶於水之氧化物。

注意：須格外小心，除非在水中永不要用手拿白磷。

方法：a. 取一100cc. 的量筒口向下插入水槽內水之表面下，勿使量筒內空氣逃出，垂直用夾子夾好，並使量筒內外之水平面一齊。此定容積（約100cc.）的空氣應詳查而記載之。同時更須記載大氣壓力與水之溫度。此水應保持室內的溫度。

b. 取白磷一塊用銅絲縛好（在水下），然後將磷即刻插入量筒內之空氣中，使經過一夜。儀器之裝置如圖39最佳，使磷不觸量筒，而向上直立。

應用氣體定律計算在標準情形（0°C. 760mm.）之下空氣的體積。

c. 次日將磷除去，降低量筒使內外成水平。記錄剩在量筒內空氣之體積，及水之溫度與大氣壓力。

d. 計算在標準情形時剩餘氣體之體積，並計算原來氣體之體積與剩餘的體積之差（均在標準情形）。此差表示由磷之作用所除去氧之體積。

計算空氣中氧之百分率如下：
$$\frac{X}{100} = \frac{\text{氧之體積}}{\text{空氣之體積}}$$

e. 除去氧後在殘餘氣體中，你所觀察到的有什麼性質？這些氣體都是什麼？

各種計算均記在筆記本中，並且要用表記載觀察與計算的結果。

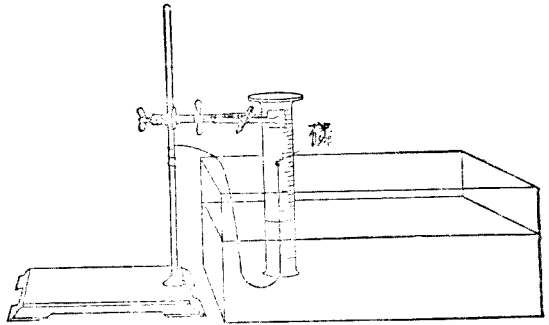
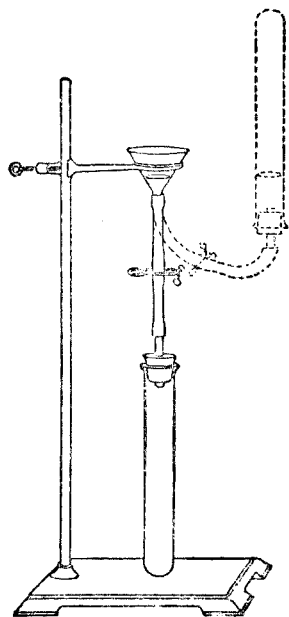


圖39. 燃磷以提出空氣中之氧

原來空氣之體積	.....cc.
第一天水之溫度	.....°C.
第一天之壓力	.....mm.
在0°C與760mm.時空氣之體積	.....cc.
剩餘氣體的體積	.....cc.
第二天水之溫度	.....°C.
第二天之壓力	.....mm.
在0°C與760mm時剩餘氣體的體積	.....cc.
磷吸收去之氧的體積	.....cc.
在空氣中之百分率(體積的)%.

補充實驗：另外由空氣中除去氧較快的方法，是用焦性沒食子酸溶液；但此法需要特別的機巧，方能得較好的結果。



如圖40裝置儀器，暫時無須聯接大試管，將3cc.焦性沒食子酸與20cc.氫氧化鉀溶液混合之，將此溶液倒於漏斗中，輕啓夾簧，溶液流滿橡皮管，玻璃管對出氣口，另取一試管裝以不漏氣的塞子，其中之空氣之體積要與瓶容積相等。

開簧夾使少許溶液被上邊之壓力壓進試管，氧即被吸收，溶液進入更多。當液進入更多，當溶液停止流入時，關上簧夾，將試管上下轉動吸收最後殘餘下的氧。注意勿用手直接拿試管，以免管之溫度增高。

當試管倒置之時，再開簧夾提高或降低試管，使管與漏斗中之水平面相齊。關上簧夾，將試管恢復原位置。

用橡皮帶標記塞子底與液體表面之位置。

清潔儀器，用量筒量試管中由下標記到上標記的體積。前者為氧之體積，後者為空氣之體積。試計算空氣中氧之百分率（體積的），即100cc.空氣中含氧之cc.數。

實 驗 16.

化合物的組成及其化學式

用具： 坩堝及蓋，泥三角，三足架，帶一環之架，本生燈，牛角盤天平與砝碼。

藥品： 鉛(碎末)，硫(粉狀)。

導言： 燃燒金屬鉛與硫，則生成化合物名硫化鉛。如已知生成的硫化鉛之重，即可算出與鉛化合所需硫之重。由此更可算出硫化鉛中鉛所佔之成分與硫之成分。最後由其百分組成與原子量(查表)，即可求出硫化鉛之簡單分子式。

在此試驗中所用之硫，要比所需之硫多些，此多餘的硫即燒成二氧化硫，逃入烟箱中。此試驗之成功專賴稱量之小心與耐心，並遵守方法中之詳細說明。

方法： a. 稱一乾而潔淨之無蓋坩堝(到0.01g.)；放入約三克鉛末，再稱其總重。將坩堝放在環架之泥三角上，再加入約二克的硫，以玻璃棒攪之，蓋上蓋，在烟箱中用燈焰微熱之，至硫之蒸氣燃燒為止。如此繼續熱至再無硫之蒸氣逃逸為止。再強熱兩分鐘，將坩堝冷至約 20°C 。去蓋再稱坩堝與其內容物(至0.01g)之重。

計算：將所得之根據與結果列表如下：

坩堝與鉛之重	.....g.
空坩堝之重	.....g.
所用之鉛之重	.....g.
坩堝與硫化鉛之重	.....g.
硫化鉛之重	.....g.
所用硫之重	.....g.
計算：硫之百分率	.....
鉛之百分率	.....

b. 求硫化鉛之最簡的分子式，以硫之原子量（參看原子量表）除硫之百分率；以鉛之原子量除鉛之百分率，其商即表每種原子的相對比例數。例如：

百分率	原子量	原子比例數
硫	÷	=
鉛	÷	=

試問硫化鉛之最簡的分子式是什麼？

補充實驗：用同樣的手術可測定硫化錫之組成及其分子式。最好用錫粉（還原過的）。

測定氧化錫之組成及分子式極容易，先溶解二克錫片，（不含鉛）於濃硝酸中，小心的將此溶液蒸乾。再強熱此硝酸鹽，趕走一切棕色的氣體（二氧化氮）與水。其渣滓即氧化錫。

實 驗 17

金屬的化合量(或當量)

求發生一克氫所需鋅之重量

用具： 帶一孔塞之小燒瓶，水槽，1 呎瓶，玻璃片，量筒，寒暑表，氣壓表，牛角盤天平與砝碼。

藥品： 濃鹽酸，純鉛片，沙紙。

導言： 測定金屬之化合量(有時名爲當量)必須：

(1) 取已知量的金屬。(2) 用此金屬代化酸中之氫。

(3) 測定此氫之體積。(4) 由已知氫之密度(每公升之克數)以計算此氫之重。

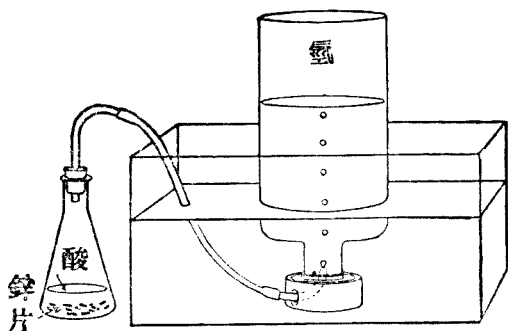


圖41. 由代化酸中之氫求金屬之當量

方法： a. 如圖41裝置儀器，取一小燒瓶按上一孔的塞子，勿使其漏氣，再接導管通水槽，以水裝1呎瓶，倒立於水槽中。但水之溫度要在 20°C . 左右。倒入燒瓶 10cc. 濃硝酸，20cc. 水。用沙紙將2或2.5克純鋅片擦淨，洗淨，稱之至百分之一克(0.01g)。

b. 將鋅投入酸中，急速將塞蓋上，收集發生之氣體，當作

用停止時，提高或降低水槽中集氣之瓶，使其內外水平面齊一。使瓶傾斜，用塞關上或用玻璃片蓋上，正放於棹上。用量筒倒入水，來測定氣體之體積。

c. 記載水之溫度與大氣之壓力；寫出氣體的方程式（勃康化學504頁）並計算在標準情形時（ 0°C 與760 mm）所發生氫的體積。

d. 在標準情形時，假設一公升氫之重為0.09克，試計算被鋅替出來的氫之重，最後由所用鋅之重量，與發生之氫的重量

，計算發生一克氫所需要的鋅之重，如：
$$\frac{X}{1} = \frac{\text{所用鋅之重}}{\text{發生氫之重}}$$

所有的計算，記於筆記本中，並將所得的根據與結果列表如下：

所有鋅之重	.....g.
所得氫之體積	.....cc.
水之溫度	.....$^{\circ}\text{C}$.
氣壓之高	.....mm.
水蒸氣之壓力（177頁）	.....mm.
氫之壓力（改正的）	.....mm.
0°C 與760 mm. 時氫之體積	.....cc.
氫之重量	.....g.
發生一克氫所需鋅之重	.....g.

補充實驗： 同樣亦能決定他種金屬之化合量，如鋁（約用0.7g），鐵（用軟絲約0.9g），或鎂（約0.9g）。因鎂條之寬窄甚一致；故由其重與長短成比例。最好小心稱五米潔淨而有光澤的鎂條，由此來計算一釐長之重，則所需鋅之重亦可算出。100cc. 的瓶如不便，可用平常250cc. 寬口瓶與 0.18g. 鎂。

最有趣的是用稀硫酸（10cc.）與濃硫酸（30cc.水）而比較其結果。

假如100cc.量管與電瓶方便時，此試驗即可如下法作出。計算0.08g.鎂之長。倒15cc.濃鹽酸於量管中，然後用水將管裝滿。注意切勿混合水與酸過其所需。將鎂帶捲起放入管中，速用拇指蓋上，插入小電瓶內的水中，放開拇指。假如當液體流下時有金屬黏於管邊，可搖動管子以洗之使滑下。當作用完畢時，使裏外水面成水平，直接記下氯之體積。

實 驗 18

氯——製法與性質*

用具：帶兩孔塞之燒瓶，帶大環與夾之架，安全漏斗，本生燈，沙盤或水池，四個寬口瓶與玻片，水槽，乳鉢與杵，氯之發生器。

藥品：二氧化錳，濃鹽酸，錐粉，蠟燭。

導言：比水次一點，常見的化合物即是鹽，鹽由金屬鈉與氯作成的。商業上製氯由鹽水電解；但在實驗室中用濃鹽酸製之最便。此酸用氧化劑處理之，即將酸中之氫，氧化成水，而氯游離。在此試驗中用二氧化錳（ MnO_2 ）作氧化劑，其反應式如下：

$$4HCl + MnO_2 \longrightarrow MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2 \uparrow$$

*註：如實驗室無適當之烟箱，此試驗可由教師作之。]

在此試驗中，錳與酸中一半之氯化合，其餘的氯熱時成氣體放出。

注意： 氯為毒氣之一，切勿多吸，吸氨 (NH_3) 可解此毒。此試驗應在煙箱中或空氣流通處作之。

製法： 如同42裝置儀器，在燒瓶內放約10克二氧化錳，再倒入 25cc. 鹽酸，旋轉燒瓶使瓶中之物完全混合，將瓶放於水池上，熱水至沸點，用排空氣法收集此氣四寬口瓶。

在寬口瓶後放一張白紙，由氣體顏色可知其已滿。然後用玻片蓋好放在一邊。

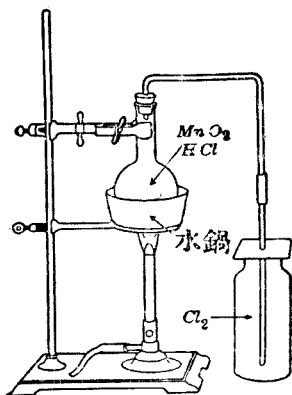


圖42. 製氯

性質： a. 對於水之溶解度：撤去玻片，倒入約三分之一滿的冷水，用手掌蓋上搖之。再將瓶放入水槽中，撤回手掌試比較氯與二氧化氯 (試驗12) 的溶解度。

b. 與金屬之作用：在乳鉢中研錫 (Sb) 一塊，將錫粉投於氯瓶中。試述其生成物之名 (SbCl_3)。並寫出其反應方程式

• 燃燒是否常需要氧？

c. 與氫之作用：在玻管尖端燃氫，將其送至氯瓶口，以口微吹之。注意其顏色之變化。書其生成物之名稱。並寫出其燃燒之方程式。

- d. 與碳氫化物之作用：用鐵絲縛一燃燭投入氮瓶中，由瓶口，微吹之。試述此作用生成物之名稱。
- c. 將此試驗中觀察所得氮的性質，作一提要。

補充實驗：因氮是由於鹽酸經氧化而製得，故可用各種氧化劑以製之。在玻璃杯中放幾塊過錳酸鉀結晶，加入2—3 cc. 濃鹽酸，用玻璃片將玻璃杯蓋上。幾分鐘後來檢驗此玻璃杯，並證驗其是否為氮。

試輪流用氯酸鉀，重鉻酸鉀，與二氧化鉛為氧化劑作此試驗。

實 驗 19

鹽 酸

用具：環架與夾，本生燈，石棉網，帶兩孔塞之平底燒瓶，安全漏斗，寬口瓶與玻璃片，玻璃管，硬紙板，攪棒，蒸發皿。

藥品：氯化鈉(食鹽)，濃硫酸，試紙，濃氫氧化銻，木片，濾紙，鎂。

導言：無疑的，最主要的酸是硫酸，(綠礬油)，在此試驗中，將求食鹽加入硫酸將發生何種變化。因熱此混合物時發生之氣體(氯化氫)有一種強烈刺激的氣味，故應在空氣流通處行之。氯化氫之水溶液即名為鹽酸(或氫氯酸)。

性質： 如圖 43. 將帶塞之燒瓶連以安全漏斗，導管，先傾水 7cc 入燒瓶，再慢慢倒入 20cc. 濃硫酸 (H_2SO_4) 。

注意： 應將酸倒入水中，切勿將水倒入酸中。

在流水中冷此稀酸，俟冷後放入 15 克食鹽 ($NaCl$) 再安上帶安全漏斗與導管之塞。置燒瓶於石棉網上，於適當的高處夾住燒瓶頸，以便加熱，安全漏斗之下端必須插入液體中，將導管穿過硬紙片通至乾淨之瓶底。用小火焰慢慢熱此燒瓶。

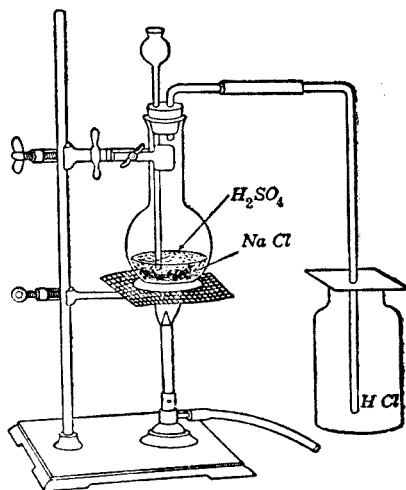


圖43. 製氯化氫

取一條濕藍試紙放在瓶口，當試紙變紅時，即可知此瓶已充滿氯化氫氣。立即再換一瓶，照樣收集之，瓶用玻片蓋上。最後將一瓶裝入三分之一滿的蒸溜水，把導管之端恰放在水面以下，繼續加熱。試觀察水中導管端之氣流，是何原因？勿使氯化氫氣逃入室中。

性質： a. 裝一蒸發皿水，將集氣瓶之口向下放進；去其蓋，注意所發生之現象。

b. 用燃着之木片試驗另一瓶氣，燃燒否？助燃否？

c. 取一塊濾紙，倒上少許氫氧化銨，將其投入氯化氫瓶中，結果如何？

d. 鹽酸是氯化氫之水溶液，以玻璃棒蘸此溶液，各滴一滴於紅藍試紙上，倒鹽酸於試管中，投入鎂帶用火燃其所生之氣，結果如何？寫出其反應方程式。

補充實驗： 放少量的氯化鉀(KCl)氯化銨(NH₄Cl)與氯化鐵(FeCl₃)於各個試管中，加幾滴濃硫酸(H₂SO₄)；如需要加熱，將其微熱至起反應，此物質沸否？以手拂

氣至鼻，有何氣味？在各管口吹氣，此氣與水蒸氣有何變化？放濕藍試紙於各瓶管口，關於此氣的水溶液有何表現？以一玻璃棒放於氫氧化銨(NH₄OH)溶液中，再將其插入試管口內，(圖44.)其生成物為氯化銨(NH₄Cl)。

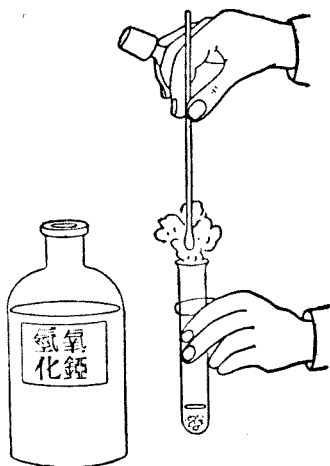


圖 44. 滴氫氧化銨
檢驗氯化氫

實驗 20

氯化物之檢驗

用具：試管與試管架。

藥品：稀鹽酸，稀硝酸，硝酸銀溶液(5%)，氫氧化銨，磷酸鈉與草酸鉀，未知物。

方法：a. 取一試管半盛鹽酸，加入幾滴硝酸銀(AgNO_3)溶液，固體沉澱即析出名為氯化銀(AgCl)。

記載此沉澱之顏色與形像，以籤條記之，放在一旁，備以後試驗之用。

b. 同樣方法，加幾滴硝酸銀溶液於磷酸鈉溶液中其沉澱即磷酸銀。

記載其形像與顏色將其放置一旁。

c. 以幾滴硝酸銀溶液加入草酸鉀溶液中其沉澱即草酸銀。

記載其顏色與形像，以籤條記之，將其放置一旁。

d. 用稀硫酸來試驗它對於新製成之三種沉澱的效果，如何區別氯化銀，磷酸銀，與草酸銀？

e. 將硝酸銀溶液加氯化鈉(食鹽)溶液可製成另一部分氯化銀。問此沉澱在氫氧化銨中是否溶解？

f. 再製另一份氯化銀，曝於日光下，結果如何？

將氯化銀的特性作一摘要，如何試驗可溶氯化物？

g. 由教師處要一未知溶液用上法試驗並作一報告。記載試驗過程中每個步驟的結果與最後的結論。

實 驗 21.

酸 鹼 與 鹽

用具： 試管與試管架，攪棒，蒸發皿，三足架與石綿網，玻片，本生燈。

藥品： 稀鹽酸，稀硫酸，稀硝酸，醋酸，試紙，（紅與藍）氫氧化鈉溶液，氫氧化鉀溶液，氫氧化銨溶液，氫氧化鈣溶液，氫氧化鋁（桿狀的）。

方法： a. 酸：加幾滴酸於10cc. 水中，製成下列各種酸之稀溶液；鹽酸，硫酸，硝酸，與醋酸，將紅藍試紙各放在玻片上，用乾淨玻璃棒輪流的蘸各種酸，滴於紅藍試紙上。你觀察到了什麼變化？取一滴稀酸溶液用口嚐之，嚐後即刻用水漱口，各種酸有什麼不同的味道？

寫出這些酸的分子式（參考教科書）並求出其中均含何種元素。

b. 鹼：用同樣方法拿試紙試驗下列各種鹼的稀溶液；氫氧化鈉，氫氧化鉀，氫氧化銨，與氫氧化鈣，在試紙上你觀察出有什麼變化？

取一滴氫氧化鈣溶液，嚐之，如何辨別鹼之味？

寫出這些鹼類物質之分子式並求其中相同的成分。

c. 鹽：溶一塊桿狀氫氧化鈉（約1cm. 長）於80cc. 水中，搖至完全溶解，然後倒15cc. 於蒸發皿中（圖45）。每次加稀鹽酸，攪之，直到用試紙驗無鹼性反應時為止。

取5cc. 氫氧化鈉溶液，於試管中用五倍水沖稀之，將同量之酸亦沖稀之，將這些稀酸與稀鹼溶液倒於蒸發皿中使達中和點，即不影響紅試紙時。此法名為中和。

慢慢的將中和溶液蒸乾，勿使溶液濺出，以品嚐殘餘物是

何物？

其殘餘物在科學上的名為氯化鈉，其中僅含有氯與鈉二種元素，在酸與鹼中別的元素能變為什麼？

完成下之方程式：



補充實驗：

(c) 節是製中和鹽的方法，以同法製其他的鹽如：硝酸鉀(KNO_3)，硫酸鈉(Na_2SO_4)，氯化銨(NH_4Cl)。

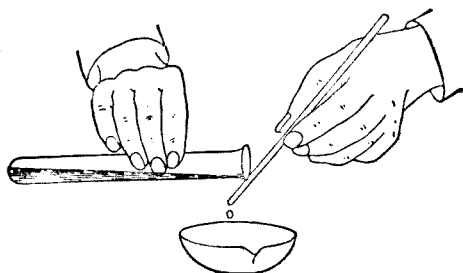


圖45. 鹼與酸的中和

實 驗 22

以滴定法測定溶液的濃度

給以 0.1 莫耳氧化鈉溶液，以量管用中和法求鹽酸溶液的濃度。

度。

用具：量管兩支，小錐瓶或玻璃杯，攪棒，環架帶兩夾。

藥品：0.1 莫耳氧化鈉溶液與同濃度之鹽酸溶液，酚酞溶液 (Phenolphthalein Solution) (1g. 溶於 20 cc. 酒精中)。

導言：鹼之規定溶液每公升含有 17 克可替代之 (OH) 基，若干克 0.1 莫耳氧化鈉 (NaOH) 溶於水中，可作成 0.1 莫耳一公升 (2N) 的溶液？酸之規定溶液每公升含有一克可替代之氫基，一公升之規定鹽酸溶液中含有若干克氯化氫 (HCl) ？

方法：a. 將已知濃度之 0.1 莫耳氧化鈉溶液 (0.1) 幾裝滿一量管以籤記之，垂直夾於架上，再裝一量管鹽酸；定其濃度(圖46)。將各量管中放出溶液以趕走尖端之氣泡，並使溶液的曲面底部恰達量管的刻度。

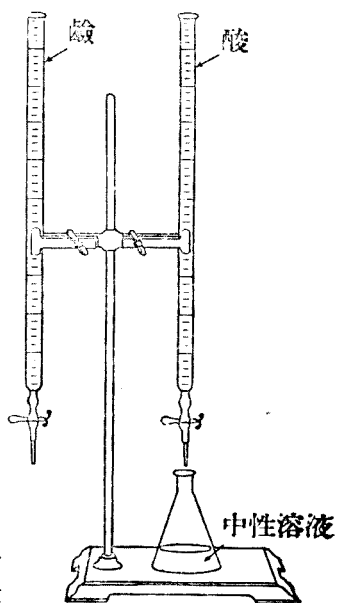


圖46. 用酸滴定鹼

b. 小心檢查量管上之記號，記載量管度數時，眼要恰在曲面底部如圖12。按下面表之樣式，記載兩個量管的度數，

註：注意刻度均向下行，假如在 1cc. 刻度之上讀記是一 cc. 的十分之四，其結果即是 0.6cc. (不是 1.4cc.)。

c. 將 10cc. 鹼性溶液滴入小錐瓶中，再加幾滴指示劑如酚酞溶液。此藥能使鹼性溶液變為淺紅色，在酸性溶液中則無色。

d. 將錐瓶置於白紙上，放於他量管之下，每次加酸幾滴，加後用力搖之，當酸要起始去掉指示劑之色時，要小心着。加一滴後直等其色消滅後再加一滴，再加入一兩滴鹼液等其紅色出現，再加入一滴酸，則溶液之色即消去；如此行之，直至加入一滴酸或鹼，液色立即消滅或立即現出為止。

e. 在各滴管上記溶液之體積到 1cc. 之十分之一 (0.1cc.) 並記載於表中，求所用鹼液之體積，由中和後量管上之度數減去量管上最初之度數，在表之行列中差數處記錄其結果。用同樣方法，求中和鹼所用酸之體積，所用的酸和鹼之量與其濃度成反比例，故此極易計算酸之濃度 (假設鹼之濃度是 0.2N)。

表

滴 定	鹼		酸	
	量管度數	差 數	量管度數	差 數
次數 1				
2				
3				

洗淨錐瓶再作第二次，重復作直等得到三次相近的結果。取此三次結果的平均數。酸之濃度用規定溶液小數表之。

補充實驗： 假如有已知濃度之酸，用同樣方法可鑑定任何鹼之濃度，如家庭用之氨。但如欲測定醋，蘋果汁，檸檬中酸之量，必須有一標準鹼溶液。

實 驗 23

一公升氧之重量

求在標準情形時一公升氧之重

用具： 鐵坩堝，環架與夾，水槽 2000cc. 細口瓶（酸瓶），帶一孔塞之試管，牛角盤天平與砝碼，本生燈，玻片，量筒，玻管。

藥品： 二氧化錳（粉狀），乾的氯酸鉀，玻璃綿。

導言： 據亞佛加德羅（Avogadro.）學說，同溫度同壓力同體積之氣體含有相同之分子數。由此得以比較氣體之密度

(即每單位體積之重)，以定氣體之分子量，化學家已同意定氧之分子量為32。以此作為分子量之標準，用極精確方法測定，氧之密度為每公升1.429克(0°C與760 mm.)即取氧 $\frac{32}{1.429}$ 或22.4公升在標準情形時稱之，得32克。任何氣體如用其密度除其分子量即得22.4公升。故知測定氣體分子量最便方法，是求其在標準情形時22.4公升重量之克數。故知克分子容積(22.4公升)乃由氧之密度得來。

在此試驗中，先求定體積氧之重量，再計算在標準情形時一公升之重。測定氧之重，須稱量發生定體積氧發生器前後之重。測定氧之體積，須測其所置換的水之體積，知其溫度及所受之大氣壓力，可依氣體定律(P. 504)計算其在標準情形時，(0°C及760mm)之體積。

方法：a. 在此試驗中，最要者須知發生器失掉之重量，因為生氧並不是因藥品中趕出水氣而失重，所以最好取6克二氧化錳在鐵坩堝(無蓋)中熱五分鐘，要常攪之。此時用水將酸瓶(容量約2000cc.)裝滿，口向下插入水槽中，取一乾試管安

上一孔塞聯一導管。

當二氧化錳冷時與 7 克氯酸鉀混合之，將此混合物倒入試管，在管口放一塊燃燒過之石綿絲或玻璃綿，以免小質點隨氣體逃出。稱此試管及內容物之重至百分之一克 (0.01g) 並按下表記其結果。將管塞好如下法，檢查是否漏氣。其法將導管放於口中，吸出些氣來，如舌尖能貼於管口，即不漏氣。儀器裝置如圖 47。

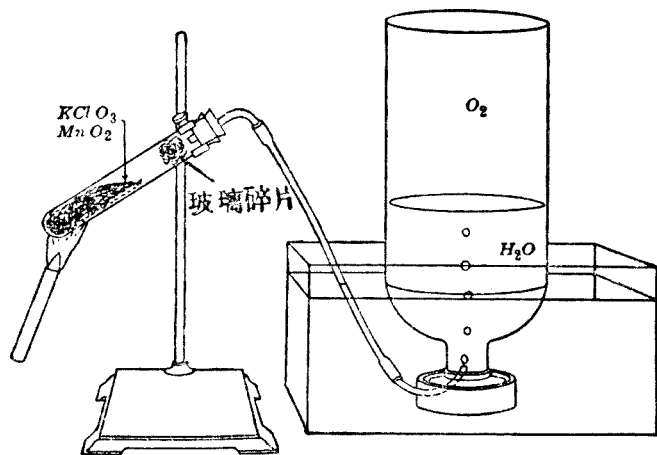


圖 47. 求一公升氧重的儀器

b. 以火焰熱此管之內容物，初在上部熱之，漸漸向下，用瓶收集發生的氣體，作用不要太猛，慢慢熱之，為的可數氣泡。

當氣體滿瓶或氣體不再發生時，先由水中取出導管，再去火。

c. 此時，測定氧之體積，先使瓶內外之水面相等，故須將瓶降低或傾斜，此時用玻片將瓶蓋好，正放於棹上。

欲測定所收集之氣體的體積，須測定裝滿此瓶所需水之量，由量筒倒水入瓶中，記錄所用水之總體積，水槽中水之溫度，與大氣壓力。當試管冷時，如前稱試管與內容物之重，即生出氧之重，並記其重量。

計算： 計算所失之重。

改正水面大氣壓力，將觀察所得的溫度與壓力變為 0°C 與 760mm. 再計算氧之體積。

由此體積與重量以計算一公升氧之重（密度）。

表

試管之重 + 燒前之內容物	.....g.
試管之重 + 燒後之內容物	.....g.
發生的氧之重	.....g.
溫度	.....$^{\circ}\text{C}$.
試驗時氧之體積	.....cc.
大氣壓力	.....mm.
水蒸氣壓力	.....mm.
改正後的壓力	.....mm.
標準情形時氧之體積	.....cc.
氧之密度（一公升之重）	.....g.

實 驗 24

二氧化碳之克分子量
求二氧化碳22.4公升之克數

用具：帶一孔塞 500cc. 之燒瓶，一個簧夾，橡皮管，帶兩孔塞之寬口瓶兩個，安全漏斗，牛角盤天平，與砝碼，玻璃管，寒暑表，氣壓表。

藥品：大理石片，稀鹽酸，濃硫酸。

導言：分子量以克表之名為克分子量。由實驗證明任何1克分子量之氣體在標準時，其體積為22.4公

升。在試驗室中稱一定體積

之氣體（變為標準情形），再計算其22.4公升重之克數。

方法：a. 取帶一孔橡皮塞之大燒瓶，插入一玻管，管端幾觸瓶底，此玻璃管之外端聯一短橡皮管，上附一簧夾，稱帶塞燒瓶，玻管及簧夾之總重到百分之一克(0.01g.)。然後開簧夾，與通乾二氧化碳處聯接，在發生瓶中放幾塊大理石片，並與含濃硫酸之氣體洗瓶聯接，則極易成功（如圖48）。

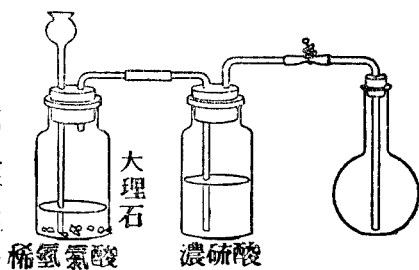


圖48. 用乾二氧化碳裝滿燒瓶

b. 加稀鹽酸於大理石，鬆瓶塞使氣體流出，通二氧化碳氣入內十分鐘；然後將塞蓋好如前，使與發生器離開；開簧夾使燒瓶內外壓力相等，稱此燒瓶到百分之一克。

欲知二氧化碳氣滿否，最好將燒瓶再與發生器聯起，再通氣體五分鐘；如重量不變，即表示燒瓶中二氧化碳已滿。記載室內溫度與大氣壓力。

c. 燒瓶滿二氧化碳時增加之重量甚小，因為僅是二氧化碳氣重量與燒瓶中空氣重量之差。求空氣之重，用量筒裝水滿燒瓶，以定其容積，再計算那些容積空氣之重量。（設一公升空氣在 0°C 與 760mm 時量 1.29g ）。欲求瓶中二氧化碳之重，須加瓶中空氣之重與滿 CO_2 時增加之重即得。現在已測定一定容積二氧化碳之重（變為標準情形），再計算 22.4 公升之重。

按次排列計算，用表記其結果。

滿空氣燒瓶之重	.....g.
第一次滿 CO_2 燒瓶之重	.....g.
第二次滿 CO_2 燒瓶之重	.....g.
滿 CO_2 時增加之重	.....g.
室中溫度	.....$^{\circ}\text{C}$.
大氣壓力	.....mm.

燒瓶之容積	cc.
0°C. 與760mm. 時燒瓶之體積	cc.
燒瓶中空氣之重(一公升=1.29g.)	g.
燒瓶中 二氧化 碳之重	g.
22.4公 升二氧 化碳之重	g.

問 題

1. 如一公升空氣重 1.29g. 計算 22.4公升空氣之重。
2. 由第一問之答案與此試驗之結果，計算二氧化碳與空氣之相對重量；再計算二氧化碳比氫重多少倍。
3. 如二氧化碳之分子式是CO₂，其分子量是12+16或28，計算其克分子量及其與空氣之相對重量。
4. 氫化氫之密度每公升是1.64克，計算其克分子量。

實 驗 25

硫 之 形 態

用具： 試管與試管架，結晶皿，本生燈，放大鏡，水盤，夾，漏斗，玻璃杯。

藥品： 圓棒硫，二硫化碳，濾紙(直徑10cm.) 銀幣或銀塊。

導言： 硫是很有趣的一種元素，不僅能有三種形態存在——固體，液體，與氣體；更能在兩種固體，兩種液體與三種氣體形態存在；其兩種固體物理性質有不同之點，一是結晶形之斜方硫，在常溫時很穩固，在96°C 時變為另一種固體，名為單斜或菱形硫；由96°C到其熔點 119.25°C是很穩固的；如將兩種固體之一慢慢的小心的加熱可得液體的硫。但如太熱則又變為完全不同的另種液體之硫，其沸點是 445°C。硫蒸氣隨溫度而不同能在三種不同之狀態下(S₈, S₆與S₂) 存在，在此試驗中

，將知道固體及液體的硫各種同素體。

方法：a. 由溶液所得之結晶，放於試管中二三克硫粉，再加入約滿四分之一試管的二硫化碳，搖之。

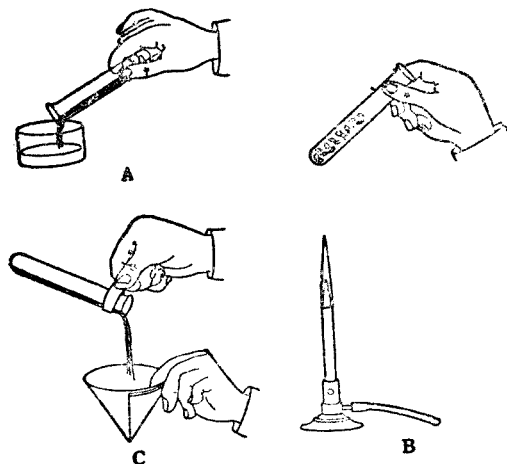


圖49a. 倒硫磺溶液於結晶皿中

b. 在試管中融化硫磺

c. 傾融化的硫於濾紙上

斜方硫，在筆記本中照樣畫幾個結晶形。

注意：二

硫化碳是易燃且易發揮的液體，不宜近火。

將澄清溶液倒於蒸發皿中，放於距火較遠之處，此液體即蒸發逸去（圖49a）（俟生成結晶時可進行b節）。

當結晶已生成時，用放大鏡檢查其形狀。將其放於乾試管中並註名為

b. 溶融之硫漸冷所得的結晶。將摺疊之濾紙放於漏斗上。再預備一碟水。取一乾淨的試管，半裝硫粉，斜持試管在火焰上慢慢熔化此硫（圖49b.）要轉動試管，勿使局部硫黃受熱太過。液體硫應為淡黃色，如色變暗，則知其加熱太

過。

傾此液體硫於摺疊的濾紙上(圖49.c.) 注視其結晶之生成，俟其由圓錐之邊冷到中心時，打破外皮，將仍為液體的硫，傾入碟內盛之。立刻展開濾紙，用透鏡檢視其結晶，畫幾個圖形並記載其顏色與透明度。此種硫名為菱形硫。留存些結晶，觀察其形像的變化。

c. **橡皮硫(膠硫)**。熱硫至其沸點再立刻冷却之即得

。玻璃杯滿裝以水，放於桌上，取一試管半裝碎硫小塊；持此試管於火上微熱至其熔融。當其完全熔融時，強熱之，觀察其顏色與流動性的變化。當硫猛烈沸騰時，立刻將其倒於盛水之杯中(圖50)。

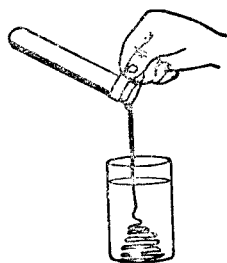


圖50. 傾沸硫於冷水中

注意： 如硫之蒸氣在管口燃燒，不要驚慌，永不要使燃燒之硫溢於桌上。

慢慢冷却觀察剩於管中之硫有何變化。

由杯中取固體硫檢查之，注意其顏色，是硬是軟，有彈性或發脆？此種形狀之硫名為膠硫或不定形硫。試找出膠硫在二硫化碳中是否溶解。

d. **單體硫之試驗**：硫極易與銀化合而形成黑色硫化銀。在銀幣上燒一小塊硫，即有黑色污點發生。

補充實驗：想出一適當的方法來決定棒硫與膠硫的密度。如教師同意你的方法，即實行之。

測定斜方硫與菱形硫之融點，放兩種結晶硫於各個融點管中，用橡皮帶連於寒暑表之球部如圖 51 夾好寒暑表加熱，並時時攪拌之，到開始熔融時為止，記其溫度。

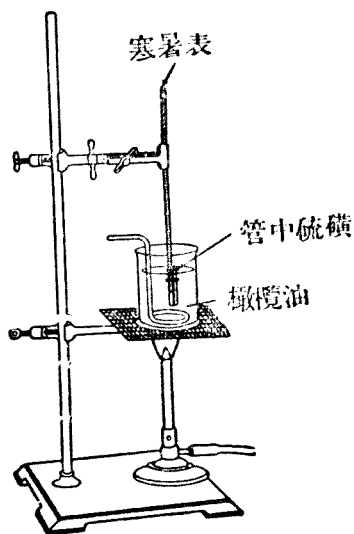


圖 51. 測定硫之融點

實驗 26 硫化氫

用具：環架與夾，大試管（ $20 \times 25\text{cm}$ ）帶一孔之塞，試管與試管架，本生燈，玻管，寬口瓶，尖嘴玻璃管。

藥品：硫化鐵，稀鹽酸，硝酸鉛溶液，硫酸銅溶液，硝酸鎳溶液，紅藍試紙。

導言：腐爛鷄卵之氣味即硫化氫。硫化氫為化學實驗室中常用之氣體，為分析化

學中不可缺少的藥品。普通金屬能與硫化合生成硫化物。此種硫化物之溶解度各有不同。故可利用此理將金屬分組而鑑定之。這些硫化物常是有色的。由他們的顏色的不同，可以鑑別金屬。

此氣有毒，吸之使人不快，常致頭痛，故在實驗室中常用其水溶液。

製法： 鐵屑與硫粉混合加熱時，生成物是硫化鐵（硫化低鐵）小心的放兩三塊硫化鐵於大試管中，倒入稀鹽酸，使漫過硫化鐵。

小心聞一聞氣體的味，有毒切勿多吸。

檢驗： 如有適量的氣體存在，嗅其味即是最好的檢驗法；但最靈敏的試驗，是取一條浸以硝酸鉛溶液的試紙，將其拿至所試之氣體，完成製造硫化氫(H_2S)

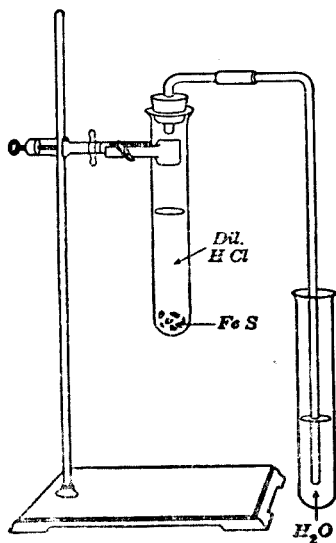
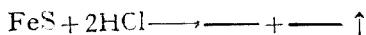
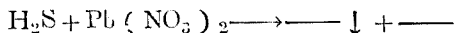


圖52. 製硫化氫溶液

的方程式。



再完成用硝酸鉛檢驗此氣體之方程式：



性質： a. 取一支試管，配一適當的一孔塞，再連一導管，如圖 52. 用上方排空氣法，收集此氣體於乾試管中，移去導管，燃試管中之氣體，當管中之氣安靜的燃着時，在輸送管上連以尖嘴玻璃管，以火燃之。

b. 在火焰傍小心的嗅此氣體，置一涼而乾之瓶，罩於火焰上。注意燃燒時有無何物凝結於冷瓶。硫化氫完全燃燒後之生成物是什麼？書其方程式。

c. 撲滅火焰，將輸送管插於滿四分之三水之試管底。使氣泡通入水三四分鐘（如發生器中作用遲緩，則微熱大試管）。此溶液對於試紙有何影響？此溶液名為硫氫酸。

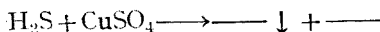


用途： 在分析化學中鑑定未知其組成之

物品中，有何種金屬的存在，常用硫化氫溶液。

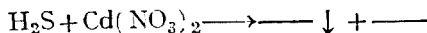
許多金屬的硫化物是不溶解的，而且有特別的顏

色。試加新製的硫氫酸於硫酸銅溶液中，其生產物是什麼？書其方程式。



加另一部分硫氫酸於硝酸鎘溶液中。生成之產物為何？

書其方程式：



e. 將你所觀察到的硫化氫的性質作一提要。

補充實驗： 擺六個試管於架上，將下面六種溶液，各裝滿三分之一，硫酸鋅（ ZnSO_4 ），氯化錫（ SnCl_2 ），氯化鎂（ MgCl_2 ），氯化鈉（ NaCl ），氯化銻（ SbCl_3 ），與硝酸鉛（ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ）。然後以硫化氫氣泡依次通於各溶液中，注意有無沉澱生成。

如無沉澱，加少許氫氧化銨 (NH_4OH)，注意其變化。如有沉澱，濾過，洗滌後乾燥之，在球管 (圖53) 中燒之。找出此固體是否是硫化物。

實 驗 27

二氧化硫與亞硫酸

用具： 白金絲，本生燈，球管，帶環與夾之架，石棉網，平底燒瓶 (250cc)，一孔塞，漏斗，簧夾，橡皮連管，三個寬口瓶與玻片，試管，蒸皿，玻管。

藥品： 硫，硫化鐵，亞硫酸銨鈉，稀鹽酸，淺紫色花，兩薄片蘋果，試紙，鋅，硝酸鉛試紙。

導言： 各人多少都熟悉一種窒息的氣體即燒硫之氣味。此氣為二氧化硫。此氣在燒硫或強熱金屬硫化物時生成之。在實驗室中最便利的是慢滴鹽酸於亞硫酸銨鈉以製之。此試驗應在氣厨 (hood) 中行之，因其有窒息的氣味。

製法： 取一熟白金絲蘸少許硫，再將此白金絲放於火焰中，隨後取出觀察燃硫之焰色，並注意其所發生氣體的氣味，書其反應之方程式。

取幾塊硫化鐵 (FeS_2) 放在小球管中 (圖54) 燒之，在管之冷處凝結的固體是什麼？

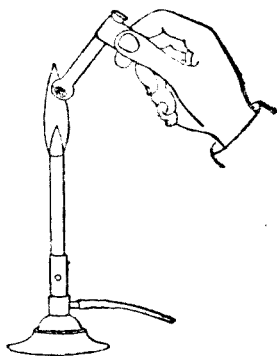
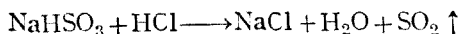


圖54. 在球管中燒硫化鐵

在實驗室中製二氧化硫最便利方法，是將鹽酸滴加於亞硫酸氫鈉 (NaHSO_3)。此反應可用下方程式表示之：



儀器的裝置如圖 55。取約 10 克亞硫酸氫鈉放於燒瓶中，裝一安全漏斗及一導管於燒瓶口，連一玻璃管，使其達於寬口瓶之底部。

以稀鹽酸裝滿安全漏斗，調節簧夾，使酸一滴一滴的流下。若欲增加反應的速度，須時時微熱燒瓶。

不久瓶中空氣被擠出，用排空氣取氣法收集兩瓶，每瓶用玻璃片蓋好。煮半試管水逐出其中溶解的空氣，在流水中冷之，將導管插入沸過之冷水中，過五分鐘將導管取出，塞好免使空氣擠入。

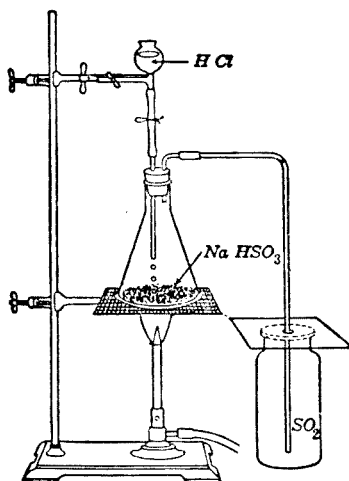


圖 55. 滴加鹽酸於亞硫酸氫鈉以生二氧化硫

性質：

a. 取一瓶氣來，稍移其蓋，傾入水少許，用手掌密蓋，搖之（圖 56），手被瓶口吸住否？此氣溶解否？

b. 在第二瓶氣中放一濕的紫花及一薄片蘋果，將另一片蘋果放於空氣中，比較其結果。二氧化硫對於植物之色質有什麼效應？

c. **亞硫酸：**用試紙試驗(a)節中作成的水溶液，寫出亞硫酸(H_2SO_3)生成的方程式。二氧化硫是酸性氧化物還是鹼性氧化物？

取5cc.溶液在蒸皿中慢慢煮之，並時時注意其氣味。寫出此變化之方程式，再與前方程式比較之。

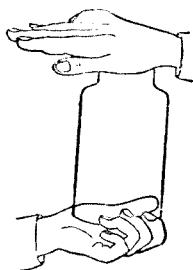


圖56. 搖盛二氧化硫與水之瓶

檢查亞硫酸，可用適當還原劑，使之還原為硫化氫。例如發生機之氫等於試管中放幾塊鋅，倒入稀鹽酸漫過金屬，不久作用變劇，用濕硝酸鉛紙條檢驗此氣體（此紙應當仍為白色）。倒入2—3cc.亞硫酸，再用硝酸鉛紙試之。

d. 作一二氧化硫性質的摘要：色，氣味，與空氣比較的密度，及溶解度。再作一亞硫酸的性質的摘要，記其對於植物色質的作用，穩定度，氧化劑或還原劑。

補充實驗：亞硫酸與其鹽類，雖其用法稍有問題（亞硫酸鹽）。但常用作食物的防腐劑，檢查食物中有無亞硫酸或其鹽類，當應用(c)節的方法。假如有亞硫酸等，即將其還原為硫化氫。

檢驗以下之物質（一種或多種）；糖漿，檸檬汁，葷，漢堡肉片，臘腸，菓汁，及乾菜。

放約 25g. 試驗品，（如爲固體，則浸解之）於 200cc. 錐瓶內，加水使成糊狀，放入 5g 不含硫之鋅及 15cc. 純濃鹽酸（HCl）. 用硝酸鉛濃溶液濕過的濾紙放於錐瓶口。微熱此液體，濾紙變黑（非僅變棕色）即表示亞硫酸鹽之存在。

實 驗 28

硫 酸

用具： 試管與試管架，本生燈。

藥品： 濃硫酸，鋅，稀硫酸，氯化鈉，木片，硫酸鈉，硫酸鋅，及硫酸銅之稀溶液，氯化鋁溶液，稀鹽酸。

導言： 在化學工業中除水以外，硫酸是最重要的東西，幾乎每種工業中，都用此酸，並許多別的物質亦由硫酸製造，如製肥料製炸藥，製其他的酸，及提煉石油，均大量的應用硫酸。硫酸在商業稱禁油。在此試驗中可知其濃溶液與稀溶液完全不同。

稀釋熱： 取一試管裝三分之一水，然後慢慢的傾入等體積的濃硫酸，摸試管之外部，記其溫度之變化。

注意： 應將濃硫酸傾入水中，反之，即起猛烈的爆炸。

與鋅之作用：放一鋅條於試管中，倒入濃硫酸（慢過鋅條）。如無作用稍熱之。

注意：濃硫酸如觸於皮膚即焦爛。切勿將熱濃硫酸傾入水中，必俟其冷後行之。

另放一條鋅於試管中，倒入稀硫酸。在此反應中所成的產物叫什麼？書其反應方程式。比較濃硫酸和稀硫酸對於鋅之作用。

與鹽之作用：試稀硫酸和濃硫酸對於食鹽（氯化鈉）之效果。鑑定此氣體之產物為何？

對於木和紙之作用：取一試管倒入少許濃硫酸，插入一木片，放置數分鐘，以玻璃棒浸於硫酸取出在紙上寫字，並在火焰上微熱之。此試驗說明硫酸對於木和紙性質為何？

硫酸鹽之檢查：取幾個試管各倒入少許硫酸，硫酸鈉，硫酸鋅，與硫酸銅之稀溶液，各加幾滴氯化鋇（ $BaCl_2$ ）溶液再加稀鹽酸；試問在試管中各有何種不溶解的沉澱生成？

加幾滴氯化鋇和稀鹽酸於磷酸鈉中，試檢查硫酸鹽為什麼須加鹽酸？

如何區別硫化物，亞硫酸鹽與硫酸鹽？



圖57. 檢驗蓄電池用之浮秤。

補充實驗：稀硫酸與濃硫酸之物理性質，最主要的是密度的不同。測定酸之密度，須取一小燒瓶（25cc.）在瓶頸貼一紙條，紙條的上邊要成水平。求出空燒瓶之重與水之重，但水之最低部須與紙條之上邊相齊。然後裝入同體積的稀硫酸，求其重量。再求裝滿濃硫酸之重。

試計算此二種酸之密度。

檢查蓄電池最便利的方法，是用比重計（浮稱，圖57.）測定其電解質（稀硫酸）之密度。試問應如何作法？

實 驗 29

氣體液體與固體的溶液

用具：試管與試管架，本生燈，漏斗，玻璃片，

藥品：濃氫氧化鈉，四氯化碳，甘油，硫酸銅，氫酸鉀，碳酸鈣（粉末），濾紙。

導言：水是重要的溶媒，不僅是固體的溶媒，也是氣體與液體的溶媒。當固體已與水混合時，即不能辨出其各個質點。即使用好顯微鏡亦不能見。因固體已分而又分，為最小的質點，此種復分使生成一大的表面，易生化學作用，在自然界，在工業中，多數的化學變化是在溶液中發生的。有些物質說是不溶於水，但並非嚴格的，即玻璃亦稍溶於水。在此試驗與下一試驗中，即可知種種物質之溶解度，係依幾種因素而不同。

溶於水之氣體： 用水龍頭滴於試管中水少許，微熱之，有何氣體溶於水否？

同樣微熱少許氨水（ NH_3 ），注意氣體已溶於水之證。
氣體易溶於熱水或易溶於冷水？

液體溶於液體： 取一試管裝5cc. 水，再加5cc. 四氯化碳（每次幾滴）。每次加後須搖搖之，水與四氯化碳時時都可混合？用甘油與水再重試之。

固體溶於液體： 將下面粉狀的物質，每種一克放入各個試管中：硫酸銅（ CuSO_4 ），氯酸鉀（ KClO_3 ），及碳酸鈣（ CaCO_3 ）。每管中各加10克水，搖之。

這些物質都溶解於水否，有何證驗？

如有疑固體是否溶解，可濾過 5cc 溶液於錶玻璃上蒸乾之。

這三種物質對於水之相對溶解度如何？

補充實驗： 固體溶液最佳之情況如何？研究其表面的效應。取同樣大的兩塊硫酸銅結晶，每種各放於試管中，將其一份在乳鉢中研成粉末，放於一試管中。在另一試管中放入結晶，每管各加20cc. 水；蓋上塞輕搖之，測定多長時間粉末溶解，測定原結晶尚有若干份仍存於試管中。

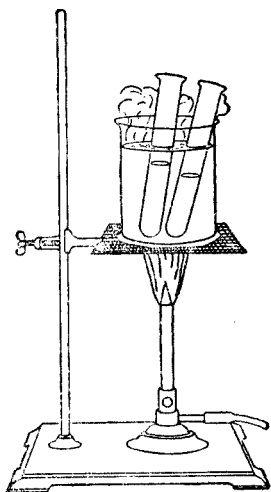
爲何研成粉未能加速溶解？

實驗 30

溫度對於溶解度的效果

用具： 試管與試管架，環架，本生燈，石棉網，大玻璃杯。

藥品： 硫酸銅，氯化鈉。



冷水中之溶解度：取一試管傾入 10cc. 水，加入 2 克研碎的硫酸銅。搖到固體溶解，繼續的每次加二克，直加到溶液飽和為止，即有些固體搖之亦不溶解之時。試計算在 100 克冷水中固體的溶解之量（克）。

再用氯化鈉（食鹽）代替硫酸銅照樣試之。

熱水中的溶解度：在盛沸水的玻璃杯中熱新製好的溶液（圖 58），繼續着每次加兩克固體直到在 100°C 時圖 58. 在熱水中熱溶液。每種溶液都飽和為止。計算在 100g 熱水中固體溶解的量（克）。

飽和溶液變冷：手持盛新製溶液之試管，在流水中冷之。觀察各管中結晶的量與其大小。

再將共放於沸水中煮之，直到結晶再溶解為止。將試管都放在試管架上。到下次試驗時試比較，靜止時慢成之結晶與速冷搖動時快成的結晶。

補充實驗：過飽和：製一硫酸鈉的飽和溶液，在 33°C 時與水搖之即得，如溶液在變遷溫度點之下，則再熱之。將此澄清溶液倒入三個試管中，在冷水中冷之，勿搖，溶液中應無結晶。

在第一管中放入此鹽之結晶一小塊，在第二管中放入一小塊無水硫酸鈉，並猛烈搖動第三管。

比較這些試驗的結果。

實 驗 31

食鹽的溶解度

求於100克水中能溶食鹽多少

用具：帶塞小燒瓶，蒸發皿，牛角盤天平與砝碼，環架，銅水浴或大玻璃杯，三足架，本生燈，寒暑表，漏斗。

藥品：氯化鈉，濾紙。

a. 先作氯化鈉之飽和溶液：於帶塞燒瓶內放10克食鹽於20 cc. 水中，每隔15分鐘搖一次；或溶10克食鹽於20cc. 沸水中，冷至與室內溫度相等（時時搖之）。二法中無論何法，皆有不能溶解之鹽留下。

b. 記新製的飽和鹽溶液之溫度：稱一乾淨的蒸發皿，經過濾紙倒一部分溶液於其中，急速再稱之，須要小心。

c. 在水浴（圖59.）或沸水的玻璃杯（圖60.）上將此溶液蒸乾，要十分小心，不要將鹽濺出。冷後再稱。重熱此皿直到重量不變為止。

註：銅水浴中或玻璃杯內須時常加水。

d. 計算在所觀測之溫度時，溶於100克水中鹽之克數，再

與教科書中187頁圖105所畫曲線作一比較。如下表記載所得之

結果：

溶液的溫度.....°C.
 蒸發皿之重+溶液.....g.
 蒸發皿之重.....g.
 溶液之重.....g.

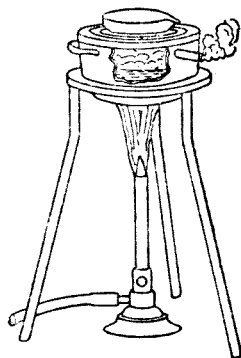


圖59. 在銅水浴上蒸發

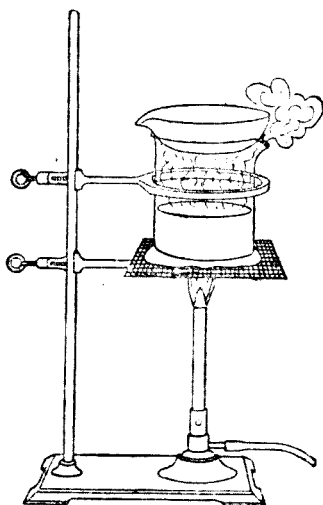


圖60. 在沸水杯上蒸發

蒸發皿之重+乾的固體.....g.

蒸發皿之重.....g.

鹽之重.....g.

水之重.....g.

在0度時溶於100克水中鹽之重.....g.

補充實驗： 用同法在各種溫度下，測定硫酸銅 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 或重酸鉻鉀 ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) 之溶解度。

實 驗 32

結晶水——風化與潮解

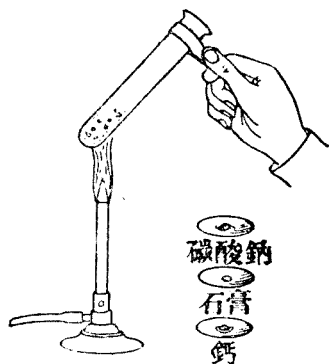
用具： 錶玻璃三塊，環架與夾，本生燈，試管。

藥品： 結晶的碳酸鈉與石膏，熔化過的氯化鈣，結晶的氫酸鉀，硝酸鉀，鉀明礬，硫酸鋅，硫酸鈉，與硫酸銅。

導言： 許多物質是成結晶形的，如洗衣蘇打等在空氣中曝露幾天即碎為粉末，不再有結晶形存在。詳細觀察，可知這些結晶失去的是水氣。此水為結晶形之主要部分，當其跑出時，結晶形即不存在，此謂之風化。結晶體常是由溶液生成的，其生成時水即存於結晶體內；此含結晶水之結晶體名為水化物。此水不如其他成分化合的堅固，加適當的熱，水即分出。當此水完全去掉時，此物質名為無水化物。又有些物質曝露於空氣中，常由空氣中吸收多量的水分，而成溶液，此謂之潮解。此法在乾燥劑上特別有價值。

方法： a. 將洗衣蘇打（碳酸鈉）新鮮玻璃狀結晶放於錶玻璃上，放在一磅等下次試驗再看。同法處理一塊石膏及一

塊熔過的氯化鈣。一兩天後觀察物質外表的變化。



b. 放一塊碳酸鈉結晶於乾試管中，將此試管水平夾住，微熱結晶，觀察其形像的變化。在管壁上有何物凝結？

c. 在各個乾試管內，微熱（圖61。）以下各結晶物質：氯酸鉀，硝酸鉀，鉀礬，硫酸鋅及硫酸鈉

圖61. 檢驗物質的結晶水 如下表記載其結果：

被熱的物質	凝結的水量	渣滓的形像

註：結晶水之量可以“微”“少許”或“多”表之。甚或無水化物亦常含有少許水氣，此謂之“機械的含水”。

所有的結晶體都是水化物嗎？

d. 在另一個試驗管中微熱一小塊硫酸銅（藍礬）結晶，試觀其顏色與形態之變化？

當試管冷時，加幾滴熱水，注意其顏色之變化。傾此溶液於錶玻璃上，放在一邊使其結晶。試將生成物原結晶體相比較。

補充實驗：用(d)試驗硫酸銅之法，試驗氯化銻的結晶；其溶液名爲（隱顯墨水）。以清潔的筆蘸氯化銻溶液在紙上寫字；此字在濕時不見，但在火焰上烘之即能顯出。

實 驗 33

結晶水的測定

用具：三足架，泥三角，坩堝，牛角盤天平與砝碼，本生燈，環架。

藥品：石膏結晶。

導言：水化物如石膏等其中所含結晶水的量是一定的。不同的物質含有不同量的結晶水。可熱已知量的結晶物質至其所含結晶水完全趕出時，稱之以求其結晶水之重。欲知何時結晶水完全失去，可再加熱視該物質之重量變否，如加熱後其重量仍不變，即爲結晶水已完全失去之證。

方法：a. 稱一乾淨帶蓋之坩堝，放約五克，研好的石膏於坩堝中，再稱之。如下表記載其重量。

b. 將坩堝蓋好，放於三足架的泥三角上，最初用手持燈微熱之；然後將燈放於坩堝下加強熱，燒十分鐘去蓋，繼續燒五分鐘，俟其漸冷而稱之至百分之一克。

c. 再將此坩堝（去蓋的）燒五分鐘，冷後再稱之。

如此反復行之直到重量不變為止，由所得的結果計算結晶體中水之百分率。

坩堝之重 + 石膏	g.
空坩堝之重	g.
石膏之重	g.
第一次燒後之重	g.
末次燒後之重	g.
水之重	g.

$$\text{水之百分率} = \frac{\text{水重}}{\text{石膏重}} = \quad \%$$

補充實驗： 由此試驗之結果計算一分子石膏中水之分子數，設無水化物是 CaSO_4 ，以相近原子量計算其分子量，寫出石膏之分子式來。

實驗 34

膠體溶液*

用具： 羊皮紙（10cm直徑之圓），乳鉢與杵，玻璃杯，試管，本生燈。

藥品： 澱粉，氯化鉀溶液，硝酸銀溶液，膠溶液（2%），矽酸鈉溶液（比重約1.1），碘溶液，肥皂溶液，礦油，濃鹽酸。

導言： 膠質溶液，是可溶解的小質點，比簡單的分量大些；但又仍然很小至不能沉下。許多物質如澱粉，膠，精製膠，及蛋白溶解後而成膠質溶液。其他的物質分子，簡單者在某種情形之下，可製得膠質溶液。製一薄膜，使鹽與其他物質能通過，但能阻止膠質溶液。此種分離的方法謂之透析法。少許膠體物常能防止另一種不安定的膠體物沉澱。有許多保護膠

體物的實際例證。乾酪在牛乳中有保護膠體的作用，可保持溶液中奶油的量。許多膠體溶液在冷時，或蒸濃時即變為似膠體物，謂之膠凝體。在此試驗中即研究這些膠體的現象。

*此實驗係根據Deming與Arenson普通化學練習之實驗。

方法：a. 透析法 (Dialysis)：在乳蘇中加幾滴水研一塊澱粉成光滑的漿糊，傾於盛沸水的玻璃杯中；當溶液沉淀時，傾去澱粉溶液，加少許食鹽。摺一圓羊皮成圓錐形如漏斗一般，作為透析器。用兩個紙夾縛在圓周兩對邊上，將此透析器裝三分之二澱粉鹽溶液，小心的將其漂浮於盛蒸溜水之大玻璃杯中，取少許澱粉鹽溶液用一滴碘液*，檢驗澱粉。碘被膠體澱粉質點吸收而給一藍色。檢驗鹽則用硝酸銀溶液。證明有氯化物存在（試驗20）時時檢查周圍蒸溜水中澱粉及氯化物存在，澱粉與鹽那一種透過薄膜？

b. 保護膠體 (Protective colloids)：加氯化鈉於幾滴硝酸銀溶液中，猛搖之，注意是否沉澱。用與膠混合的硝酸銀溶液重作此項試驗。膠有什麼效應？

取少許礦油（機器油）與水搖之。再取礦油與肥皂液搖之。試比較其結果並說明之。

*碘溶液可以 2g 碘及 10g 碘化鉀溶解於100cc. 水內以製之。

c. 膠凝體之生成 (Formation gels) : 煮濃少許膠溶液到10%, 在流水中冷之, 假如膠化將其浸入熱水杯中, 測定其是否還液化。此變化為可逆的嗎?

加二三滴濃鹽酸於少許水玻璃(矽酸鈉)中, 如不立刻膠化, 放在一邊冷之。膠化之生成物為何? (§422)

補充實驗: 膠凝體可用醋酸鈣溶液與95%酒精製之。
 • 膠凝體之塊(固體酒精)可燃燒。

橡皮可成一種膠凝體, 放約0.1g 天然橡皮於含 15cc. 之四氧化碳試管中, 塞好放於一邊, 經過一天或兩天後, 猛搖之, 使成均勻的物質, 倒入3cc 醋酸再搖之, 發生什麼變化?

實 驗 35

銅之原子量

求銅之化合量與乘化合量以求原子量之因數

用具: 環架與夾, 燒管(硬玻璃管), 牛角盤天平與砝碼, 本生燈, 玻管, 橡皮管。

藥品: 氧化銅(粉)。

導言: 先還原定量的氧化銅為金屬銅, 以測定銅之化合量。假設氧之化合量為8. 由銅與氧之實在重量, 可計算出銅之化合量。銅之原子量或等於其化合量, 或為其化合量的倍數, 可

用杜氏 (Dulong) 及培氏 (Petit) 發現的事實來測定其倍數；
固體元素之原子量與其比熱 * 之乘積在6與7之間，其平均數為

6.4. 這並不是求原子量的方法，僅是找出乘化含量以求原子量
 之因數的方法。

方法：a. 取一乾淨的燒管，稱之至百分之一克 (0.01g)

• 用一塊摺疊的紙送進二三克黑色氧化銅 (粉狀)，使其完全集
 於管底，稱管與氧化物之精確重量。然後水平的夾住一段玻璃

管如圖62。因燃燒發光之氣
 體含大量的氫，故可用以作
 還原劑。燃燒由管口跑出的
 剩餘的氣體，然後使其火焰
 放小。將氧化物慢燒至紅熱
 ，五分鐘後去掉氣體旋轉試
 管輕敲試管使氧化物落於另
 一邊。再將氣管插入，繼續燒
 之，直到黑氧化銅完全變為
 紅銅為止。冷後再稱此管。

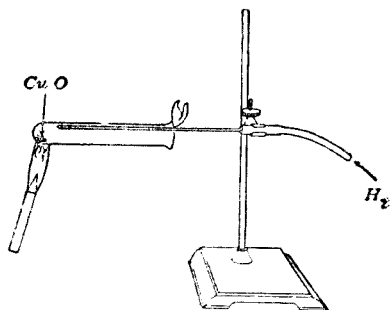


圖 62. 用發光氣體還原氧
 化銅為銅

* 熱量以卡 (Calories) 量之。一卡即一克水升高溫度 1°C
 所需之熱。一克物質升高溫度 1°C 所需之熱的卡數，謂之該物
 質之比熱。

計算：失去的重量即由氧化銅中失去的氧之重。假如氧之化合量是8，則銅之化合量計算如下：

$$\frac{X}{8} = \frac{\text{銅之重}}{\text{氧之重}}$$

設銅之比熱為0.0936，常數積（原子量×比熱）為6.4，則可計算銅之近似原子量。欲得原子量，其化合量須乘以何項整因數，以此因數乘銅之化合量，其乘積即銅之原子量。試與表中銅之原子量比較之，並計算其百分差誤。將你的計算法，清楚的寫出來。將記錄與結果均記入下表。

試管重	.....g.
試管重+氧化銅	.....g.
試管重+銅	.....g.
氧重	.....g.
銅重	.....g.
銅之化合量（氧=8）	.....
乘化合量而得原子量之因數	.....
銅之原子量	.....
表中銅之原子量	.....
百分差誤%

補充實驗：測定鐵之原子量，可溶2克鐵絲（軟絲）於硝酸中。在水浴上蒸乾，並小心的直接加火，直至紅煙跑盡，最後熱至重量不變。增加的重即與已知重鐵化合之氧的重。設氧之化合量為8。試計算鐵之化合量，以0.119作為鐵之比熱。計算此鐵之氧化物之分子式。

實 驗 36

氨(阿摩尼亞)——製法與性質

用具：帶一孔塞之大試管（ 20×2.5 cm），帶環與夾之環架，本生燈，三個寬口瓶，玻璃片數塊，水槽，玻管。

藥品：熟石灰，氯化銨，試紙，蠟燭，濃鹽酸。

導言：含氮之有機化合物，與生石灰同熱時即分解，氮為其生成物之一。氮是最平常的氣體，普通的家庭用作清潔劑，即是氨水，但這樣製出的氮，常與多量的其他物質（有機化合物分解時所成）混合。在密閉器中熱煤使氣體生成物通過水，氮即溶解。氮液與硫酸化合，則硫酸銨結晶而分出。在實驗室中可以任何鹼與任何銨鹽如硫酸銨（ $[\text{NH}_4]_2\text{SO}_4$ ）或氯化銨（ NH_4Cl ）加熱以製氮。因石灰（ $\text{Ca}[\text{OH}]_2$ ）為最便宜的鹼，故常用之。氮比空氣輕故將瓶倒立以排空氣取法收集之。

製法：在紙上混合兩份熟石灰（ $\text{Ca}[\text{OH}]_2$ ）與一份氯化銨（ NH_4Cl ）。將此混合物放入連導管之大試管中如圖63。切勿裝滿至半管。夾之使口稍向下斜，以免凝結的水氣流回，使管炸裂。

微熱之，初熱管口，漸熱其他部分，火焰須時常移動，不

久如有銹之氣味發生，即證明氣由瓶中逃出。將瓶拿開，用玻片蓋上，口向下放在一邊。如法收集三瓶。

性質： 將一瓶氣體口向下放於水槽中，去蓋搖之，注意發生何種現象。再蓋上玻片，取出瓶與其內容物。用試紙試此液體。氨與水有何作用？寫出其方程式。

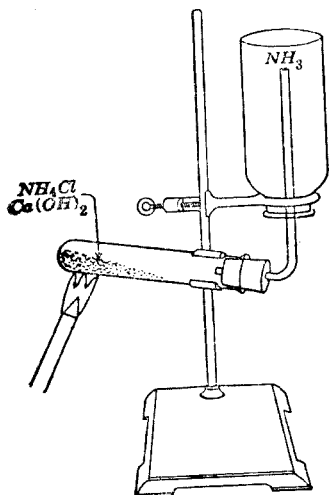


圖63. 製氨並替代空氣

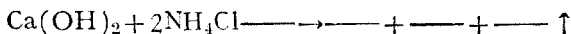
倒入兩三滴濃鹽酸於乾而熱的瓶中，用玻片蓋上，口向下放於氨氣瓶上，使兩瓶口對口同時移去玻片，所成之白色固體為氯化氨（ NH_4Cl ）。試寫出其反應方程式。

將燭推入口向下之氨瓶中，此氣燃燒否？將燭置於氣體發生器出氣管口，同時並觀察。

1. 當燭燃時此氣助燃否？

2. 蠟燭移去時，此氣體仍燃否？

結果： 將此試驗中觀察所得氨的性質作一表。完成其製備之方程式：



如何證明所給的物質是銨鹽？

補充實驗： 研究氨之其他來源，微熱膠與蘇打石灰（氫氧化鈉及氫氧化鈣）之混合物於試管中；用很少等量之物質即可。注意放出的氣體之氣味與其對於濕試紙之效應。嗅硫酸銨及熟石灰之味，然後在手掌中將此兩物質混合，注意其氣味及對於濕試紙之效用。

在試管中熱氫氧化鈉溶液及硝酸銨溶液之混合物，用玻璃棒蘸一滴濃鹽酸檢驗氨。

研究乾氨粉，其大概的成分是什麼？

參照Newth的化學講演實驗170頁，研究氨在氧中的燃燒。

實 驗 37

家庭用氨之分析

用具： 10cc. 的滴管，小玻璃杯，環架與夾，量管。

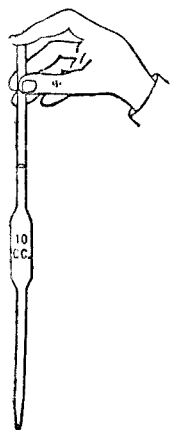
藥品： 家用氨之瓶，甲烷橙溶液，規定的鹽酸溶液。

導言： 家用氨的價值依其含鹼（ NH_4OH ）之量而定。

常常發現不同濃度的氨而賣同樣的價，消費者很難檢查出其差別來。商販不知其濃度，但學化學的人用已知濃度的酸滴定之，極易測知家用氨之濃度。試驗第一步即用滴定法中和鹼與酸。

•（試驗22.）

方法：由家中帶來或買來至少 100cc. 之氨，將吸管（圖64.）用氨液洗之（拋去洗液）• 小心的用吸管量出10cc 氨液，其法如下：插吸管之尖端於液體中，他端放於口上• 吸出空氣，液體即被壓上升，很快昇到10cc. 記號之上• 由口中取出吸管立刻用手指蓋上管口，微起手指液體即慢慢流下• 使其表面恰在10cc. 記號處•



將此量出的 10cc. 氨液滴於玻璃杯中，加 20cc. 蒸溜水• 於混合液中加兩三滴甲烷橙溶液• (methyl-orange solution) • 此指示劑在酸中變紅色，在鹼中變黃色• 取一量管注滿鹽酸之規定溶液• 注意在用量管之前，必須先以所用的溶液洗之，然後再裝滿該溶液• 記載酸溶液的表面之刻度，然後將玻璃杯放於量管下之白紙上，慢慢使酸流於氨液中• 以玻璃棒攪之，直到顏色改變，即證明酸已加足• 事實上初試時酸常加的太多• 但須記下所用酸之真正

圖64. 10cc. 體積•

的滴管 在下次試驗時，可很快的將酸放出，直到近於比前次所用的少2cc. 處，再慢慢的使酸下流，直到加一滴顏色立變時為止• 如此連作幾次，找出三次相差不超過0.5cc. 的• 求中和10cc. 氨液所用之規定鹽酸之三個相近的平均體積數•

結果： 計算中和1cc. 氮液所需規定酸之體積，此體積或因數代表氮液規定的倍數。如此數小於一，即表示氮液分數規定。每公升規定氮液 17g 氮，或 1.7% 氮。故氮液的規定數與1.7的乘積即得氮液中氮的百分數。

用表列出結果，並表明計算的步驟。

補充實驗： 對於消費者最大的問題是用“多少錢可得多少氮”？回答此問題，不只須知道溶液的濃度，亦須知道容器（瓶子）的容積與價值。購兩瓶不同的氮液，測定每瓶的濃度與每瓶的容積。計算一元錢每種應購幾何？（g.）

實 驗 38

硝 酸

用具： 曲頸甌（250cc），三足架，本生燈，石棉網，環架與夾，大試管，水槽，漏斗，試管。

藥品： 硝酸鈉，濃硫酸，填充物，白毛線，濃氫氧化鈉，銅絲，鋅，新製的飽和亞硫酸鐵溶液。

注意： 硝酸腐蝕性很強，勿觸於皮膚或衣服上。

導言： 硝酸之沸點比硫酸低很多度，故可用硝酸鹽與硫酸起複分解以製之。熱此混合物直到硝酸很快的發生而逸出。但硝酸受熱時極易分解，故此酸應在較低溫度下製之，方為

有效。硝酸腐蝕性很強，製時須用玻璃器具。

製法： 放約30克硝酸鈉（或硝酸鉀）於紙上，摺紙使

固體易於滑流入曲頸甌中，將曲頸甌放於三足架之石棉鐵絲網

上，如圖65。夾好甌頸，使其伸入半放於冷水內之大試管或小

燒瓶內。用漏斗倒

入20cc. 濃硫酸於

硝酸鹽上然後去掉

漏斗，不要使酸漏

出，再將玻璃塞蓋

上。

不久硫酸即潤

濕了硝酸鹽的結晶

，乃始起微熱之，

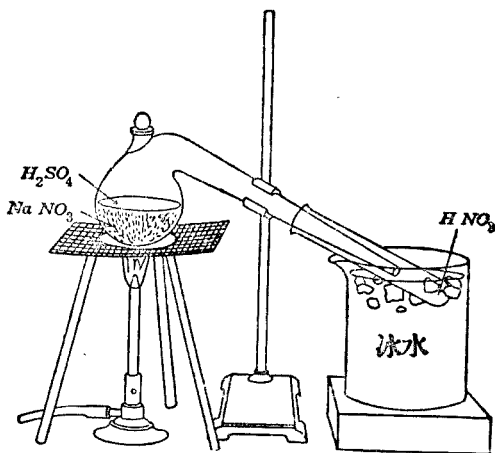


圖65. 用曲頸甌製硝酸。

於低溫度下蒸溜之，直到甌頸上無硝酸凝結為止。

冷而甌甕，剩下硫酸氫鈉（或鉀）之渣滓，可用熱水除去

之。寫出製造硝酸之反應方程式。

性質： 新製的硝酸是純硝酸，必須很小心的保存着，將此種酸2cc.倒於試管中，塞入一小塊填充物，使距酸一吋許，用管夾夾住試管煮之，至蒸氣跑到填充物時為止。移動試管熱填充物幾秒鐘。此試驗如何示明硝酸之氧化作用？

倒2cc.酸於試管中之白毛線上，以水洗之繼加以氫氧化銨。硝酸繼以氫氧化銨之反應，可用於檢驗含氮物質之用如蛋白質等。

倒2cc.酸於試管中三銅塊上，此作用是硝酸的特性。用鋅代替銅重作此項試驗。比較硝酸對於金屬與鹽酸及硫酸對於金屬之作用。

檢查硝酸根離子(NO_3)

此為很精細的試驗必須留意其手術。倒入試管中約2cc.亞硫酸鐵 (FeSO_4) 溶液，加入兩滴

稀硝酸搖之。斜持試管慢慢倒入2cc.濃硫酸，使由管邊流下(圖

66.)，重的硫酸即流到管底，在此兩種混合溶液下另成一層。試述兩層交界處所成之環的顏色。用少量的硝酸鈦溶於2cc.之水以代替稀硝酸重新試之。

作一硝酸性質的擇要。

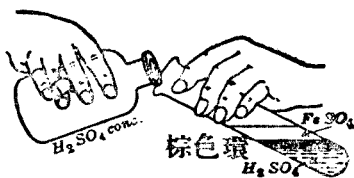


圖66. 以硫酸亞鐵檢驗硝酸根離子。

補充實驗： 考察並比較稀硝酸(1比10)及濃硝酸對於銅，鎂，與錫之作用。

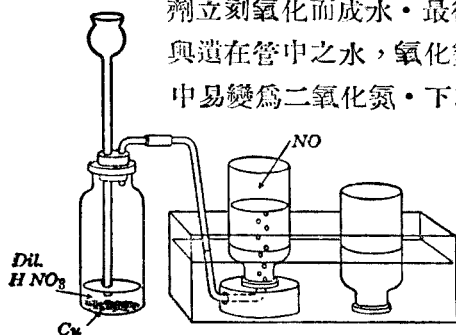
實驗 39

氧化氮與二氧化氮

用具： 帶兩孔塞之寬口瓶，安全漏斗，水槽，三個寬口瓶與玻片，突燃匙，帶兩孔塞之大試管，滴管，玻管。

藥品： 銅絲，濃硝酸，蠟燭，石棉紙，紅磷，過氧化鈦。

導言： 氮可生成五種不同的氧化物，但惟有三種——氧化氮(NO) 二氧化氮(NO_2) 與氧化二氮(N_2O) 於現在的研究上十分重要。硝酸對於金屬的作用比其他普通的酸如鹽酸及硫酸等複雜些，因其有氧化之作用。當稀硝酸與金屬銅反應時，如其他酸一樣，先替酸中之氫。但此氫被硝酸放出之氧化劑立刻氧化而成水。最後得到硝酸銅($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$) 與遺在管中之水，氧化氮則放出。此氣體於空氣中易變為二氧化氮。下之試驗可證明之。



製法： 放幾塊銅

(約10g) 於氣體發生瓶中。此瓶安一兩孔塞一運導管，一連安全漏斗，如

圖67. 製氧化氮

圖67. 用排水取氣法收集

三瓶氣體，注水漫過安全漏斗之下端，再倒進一半濃硝酸，則反

應即開始。有時須常常加少許濃硝酸。如作用太猛烈即加冷水。

發生器中空氣排出後，收滿兩瓶氣體氧化氮（NO），在第三瓶取一半即可。放於水槽中待用。

注意作用發生前與作用發生後發生器中氣體之顏色。再觀察發生器中液體之顏色。此色是高銅離子（ Cu^{++} ）之特色。

性質： 取一瓶氧化氮逸出於空氣中，觀察有何化學變

化？

用玻片蓋好第二瓶氣體，正放於桌上放進一燃着的蠟燭，立刻取出來，再蓋好。用紙填入突燃匙，並放上一

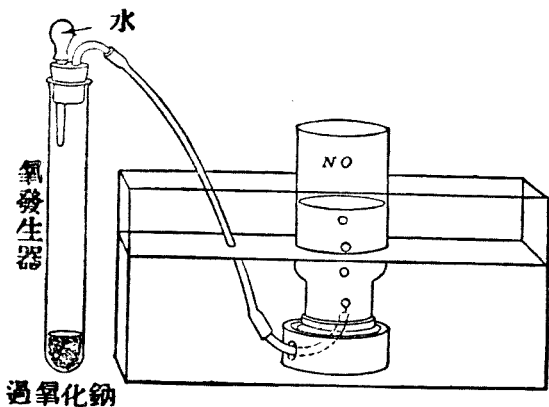


圖68. 發生氧並導之入於氧化氮瓶中。

塊紅磷，燃之。當燃的猛烈時，將其投入方試驗過的氣瓶中，氧化氮助燃否？助磷燃燒否？

研究氧對於氧化氮之作用。裝置一個氧之發生器如圖68。放約2cc. 過氧化鈉（ Na_2O_2 ）於大試管中，並以水滿滴管。將導管浸於槽中，使水每次一滴滴於過氧化鈉上。當空氣完全

趕出後，氧即慢慢的跑入半滿氧化氮之瓶中。注意其顏色的變化。氣體之體積變否？如已變增加或減少？試與空氣及氧化氮混合所得結果比較之。在空氣中，氧化氮與何種氣體化合而成棕色？棕色的氣體是二氧化氮(NO_2)。

作一氧化氮與二氧化氮之性質的提要。

補充實驗： 使剩在發生器中之液體結晶，並求其對於加熱之作用。鑑定發生的物質為何物。

實驗 40

氧化二氮(N_2O)

用具： 帶一孔塞之小燒瓶，帶兩孔塞之大燒瓶，環架與夾，水槽，四個寬口瓶與玻片，帶一孔塞之試管，玻璃管。

藥品： 硝酸銨，木片，銅捲 (Copper turnings)，濃硝酸，無水硫酸銅。

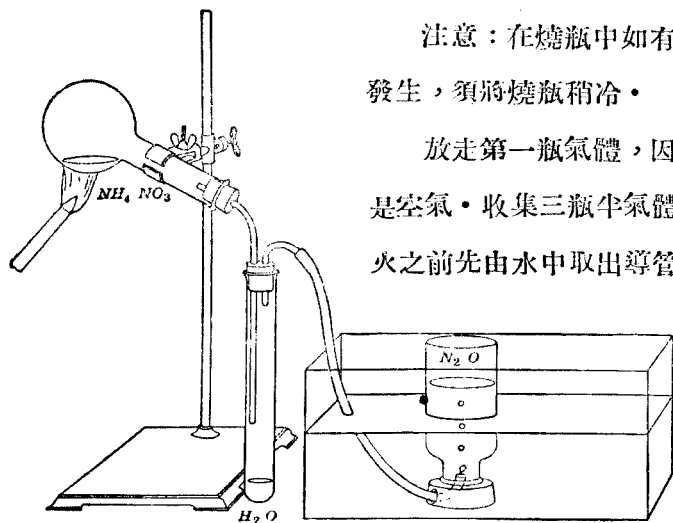
導言： 牙醫用作麻醉劑之氣體即氧化二氮(N_2O)。在實驗室中最便利的方法是熱硝酸銨(NH_4NO_3)，使分解為水及氧化二氮。因氮之化合物很不安定，故作此試驗時需特別注意，以防爆炸。

製法： 儀器裝置如圖69。放約20克硝酸銨(NH_4NO_3)於燒瓶中，口稍下斜夾住之。硝酸銨加熱則分解為水與氧化二氮(N_2O)。故凝結排水管須插於導管中，收集氣體時瓶與水槽

中均用熱水。

熱必須適中，否則爆炸。此工作最好兩個學生合作，一個學生專管理熱燒瓶。

加微熱融化此硝酸鹽，則結晶水即跑出。應常移動火焰，如局部過熱，則易發生危險。



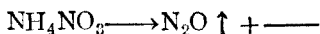
注意：在燒瓶中如有棕色烟發生，須將燒瓶稍冷。

放走第一瓶氣體，因其大部是空氣。收集三瓶半氣體。在去火之前先由水中取出導管。

圖69. 製氧化二氮

加少許無水硫酸銅，驗證大試管內之液體。完成下之方程

式：



性質：敘述此氣體之顏色與氣味。

倒少許冷水於氣瓶中，用手掌密蓋，猛搖之。此試驗關於此氣體在冷水中之溶解度有何證明？

投入一灼熱木片於另一瓶氣體中，在已經研究過的諸氣體中何種氣體有此相同性質。

放幾塊銅捲於連導管之試管中以製氧化氮。注水漫過銅捲，加等體積的濃硝酸，立刻蓋上塞子，使氧化氮通入水中直到試管中無有色氣體發生為止。將導管之端放於半滿氧化二氮之瓶口下。

氧化氮能否與氧化二氮起反應？如 39 實驗中氧之作用一樣？

問題：（1）為何以熱水收集氧化二氮較好？（2）氧化氮不助燃為何氧化二氮助燃呢？（3）如何區別氧化氮與氧化二氮？氧化二氮與氧？

補充實驗：研究在氧化二氮中微熱硫磺與強熱硫磺的作用，解釋其作用之不同。在氧化二氮與在空氣中硫磺能否生成同樣的硫化物？說出解答的理由來。

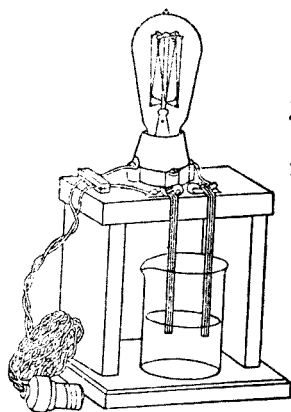
實 驗 41

物質在溶液中之導電度

用具： 導電器（如圖70）· 電流（由電燈線或蓄電池得之）·

藥品： 鹽酸，氯化鈉，氫氧化鈉，酒精，糖，醋酸，及氫氧化銨各溶液·

導言： 如實驗室棹上懸有電燈（110 弗打），則去其泡· 而安進一插銷，將此插銷與導電器（圖70）之電極順結在導電器上，安一燈泡（25—40Watt）通以電流，燈即發亮光·



由光之亮度即可測物質的導電度· 在檢驗溶液的導電度之前，必須先以蒸餾水洗滌電極，直至將電極浸於水中十餘秒鐘後，燈絲不再發光為止·

有時電燈導線，不堪應用時，可用4乾電池 或6弗之蓄電池，連以6弗之小燈泡作指示器·

圖70. 檢驗溶液的導電

電解質與非電解質： 在裝

置導電器及換溶液時，關上電門，使電燈離插銷· 未連好時，不要開電門· 檢查以下各溶液之導電度：(1)稀鹽酸（1：4）；

(2) 氯化鈉(10%) ; (3) 氫氧化鈉(1%) ; (4) 酒精(10%) ;
(5) 糖(10%) ; (6) 蒸溜水。

以上所用之物質依其導電度之大小類分之。

酸之相對導電度： 製同濃度之鹽酸及醋酸溶液。

由電燈之亮度比較這些酸之導電度，為什麼兩電極插入的深度要相等？那種酸導電度較大？

鹼之相對導電度： 製同濃度的氫氧化鈉與氫氧化

鈣溶液。

由電燈之亮度比較這些鹼之導電度，為什麼兩電極插入的深度要相等？那種鹼之導電度較大？

酸與鹼之離子： 酸之公有的離子是什麼？鹽酸之另一個離子是什麼？醋酸的另一個離子是什麼？

鹼之公有離子是什麼？氫氧化鈉

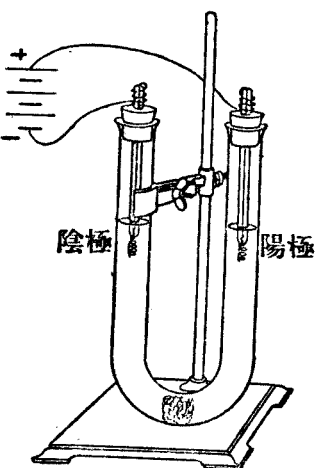


圖71. 鹽水之電解

的另一離子是什麼？氫氧化鈉的另一個離子是什麼？

「強」與「弱」二字，應用於酸及鹼，是何意義？

補充實驗：釋明鹽溶液之電解，先以吸收棉塞於凹形管底阻止液體迅速的擴散。然後於凹形管中傾入硫酸鋁溶液（15%）幾滿。但此溶液須以中性石蕊試液着色。

將管子直立夾起，在每管端各插一個白金電極，其端浸於溶液中（圖71）。電極可為白金片或螺旋形的白金絲。使乾電池或蓄電池之電流通過溶液，直到兩極石蕊試液的顏色有顯明的變化為止。（參考實用化學11頁。）

陰極發生什麼氣體？陽極發生什麼氣體？電極處顏色之變化你猜想因為何故？書其化學反應之方程式。

另一個有趣的試驗，是硫酸銅溶液的電解。

實 驗 42

溶解鹽的製法

用具： 試管與試管架，三足架與石棉網，蒸發皿，本生燈，漏斗，攪棒。

藥品： 稀鹽酸，稀硫酸，鋅，氧化鎂，碳酸鈉，氫氧化鈉與氫氧化鉀的稀溶液，濾紙。

金屬與酸： 許多常見金屬（查附錄之溶解度表），如鋅（Zn），鐵（Fe），鎂（Mg），與銅（Cu）的溶解鹽，皆可由代替酸中之氫以製之。此種鹽如氯化鋅（ $ZnCl_2$ ），硫酸鎂（ $MgSO_4$ ），硝酸銅（ $Cu(NO_3)_2$ ）與硫酸鐵（ $FeSO_4$ ），均可如此製之。

加鋅於5cc. 稀鹽酸中直至其不再有反應為止。過濾，將此濾液蒸乾，冷之，渣滓為何物？書其方程式：

金屬氧化物與酸： 溶約5g. 氧化鎂（ MgO ）於稀硫酸中，如需過濾則濾過之；然後將此清液蒸濃，冷之，渣滓

是什麼？書其反應方程式。

碳酸鹽與酸： 將10cc. 碳酸鈉 (Na_2CO_3) 溶液煮沸，加稀鹽酸，至發生氣泡停止時爲止。將此溶液蒸乾，渣滓爲何物？書出其方程式。 檢驗鹽酸對於碳酸鈉之作用。試比較鹽酸對於碳酸鹽及硫酸對於氯化物之作用。

酸與鹼的中和： 中和氫氧化鈉與鹽酸，而製氯化鈉 (NaCl) (試驗21.)。同樣方法亦可製氯化鉀 (KCl)，硫酸鈉 (Na_2SO_4)，硫酸鉀 (K_2SO_4)，硝酸鈉 (NaNO_3) 與硝酸鉀 (KNO_3)。試以適當的鹼與酸中和製一種鹽。將此鹽溶液煮至將乾，檢驗渣滓，書其方程式。

實 驗 43

難溶鹽的製法——反應的模型

用具： 試管與試管架，小玻杯，石棉網，本生燈，三角架。

藥品： 硝酸鉛溶液，醋酸鉛溶液，氧化鉛與碳酸鉛，氯化鈉溶液，稀鹽酸。

今以製氯化鉛 (PbCl_2) 爲例，可指明不溶鹽的各種製法如下：

鹽與酸： 取一試管傾入 20cc. 硝酸鉛 ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) 溶液。熱到沸點，再加5cc. 鹽酸放於一旁冷之。沉澱爲何物？書其方程式。

鹽與鹽： 熱20cc. 醋酸鉛 ($\text{Pb}[\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2]_2$) 溶液，再加5cc. 氯化鈉溶液，放於一旁冷之。沉澱爲何物？書其方程式。

氧化物與酸： 在玻璃杯內溶1克氧化鉛 (PbO) 於沸稀鹽酸，再加沸水約5cc.，傾出其澄清溶液放於一旁。沉澱爲何物？書其方程式。

鹽與酸： 溶1克碳酸鉛於沸鹽酸中，照(2)法試驗之。

反應的模型： 化學反應可分類如(1)直接的化合，(2)直接的分解，(3)簡單的代替，與(4)複分解。第四類(複分解)按其生成物又可分爲三種：(a)生成物不溶解者，(b)生成物揮發者，與(c)生成物微能電離者。將此試驗與以前試驗中所有的化學反應類分之。

補充實驗： 設計製硫酸銀(BaSO_4)、硫酸鉛(PbSO_4)，氯化銀(AgCl)，與碘化鉛(PbI_2)的方法。如時間允許，藥品方便時，可用不同的方法，製造這些鹽類之一種。找出商業上此鹽之製法及其用途。

實 驗 44

碳酸鈉與碳酸氫鈉

用具： 試管，帶一孔塞之試管，環架與夾。本生燈，玻璃杯，三足架，石棉網，玻璃管，牛角盤天平與砝碼。

藥品： 碳酸氫鈉，石灰水，酒石酸氫鉀(酒石英)。

熱酸性碳酸鹽之效應： 放約 2-3g 碳酸氫鈉 (NaHCO_3) 於試管中，口稍上斜夾住之。將導管通入試管內之石灰水($\text{Ca}[\text{OH}]_2$)中(圖72)。以小火焰微熱此酸性碳酸鹽。

注意試管勿加大熱，以火焰發黃為度。

有何氣體發生？集在管之冷處的是什麼？於管中渣滓之一部加酸，結果如何？渣滓為何物？書出熱碳酸鉀之方程式。試比較酸性碳酸鹽與渣滓的味道。

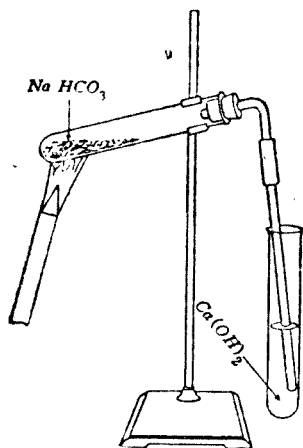
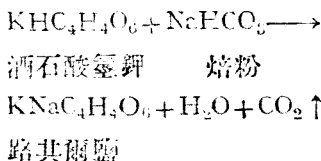


圖72. 熱碳酸鉀並通發
生氣於石灰水

焙粉：稱 2g 酒石酸鉀鉀
($\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$)，由下之方程式計
算所需要的碳酸鉀 (NaHCO_3)。



稱出碳酸鉀來，放於紙上混
合此兩種鹽。將混合物之半放於半
盛冷水之玻璃杯中，另一半放於半
盛熱水之玻璃杯中。逸出的氣體是什麼
？冷水與熱水對於此混合物之作用

有何不同之點？在此化學反應為什麼需要水呢？

補充實驗：碳酸鉀可由蘇爾維(Solvay)法製之。
溶10g 碳酸鈣於100cc. 濃冷氫氧化鈣中，搖之成溶液。以氯化
鈉飽和之——即加研碎的食鹽搖此溶液而飽和之。

將清液倒於瓶中，通入二氧化碳氣流，直至有很多碳酸鉀
沉澱出為止。

過濾，以濾紙壓乾此沉澱。

從前由木灰以製碳酸鉀。

作此試驗並證明濾灰中含有碳酸鉀。

實驗 45

焙粉 (Baking powder) 的分析

用具： 試管與試管架，本生燈，蒸發皿，漏斗，小玻璃杯，攪棒，環架與石棉網。

藥品： 兩匙焙粉，碘溶液，氯化鋁溶液，稀鹽酸，濃硫酸，濃硝酸，鉍酸鉍溶液，氫氧化鉍溶液，濾紙。

導言： 磷酸氫鉍是焙粉的主要成分；如何證明其存在？其他的成分是弱酸性的固體物質，如酒石酸，磷酸氫鈣或礬，其中常含有少許的澱粉和麵粉使其乾燥。各種焙粉因其含不同的酸劑而異。有些焙粉是兩三種酸劑的混合物。

方法： a. 放約10g焙粉於玻璃杯中，加約 50cc. 水攪拌之，直到所有氣體完全放出，然後濾過。試驗其濾液與渣滓如下：

b. **澱粉：** 澱粉是在濾液中或渣滓中？取一滴碘液如試驗63，檢查澱粉。

c. **硫酸鹽：** 普通的礬是硫酸鉍與硫酸鉀的所成複鹽 ($K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$) 鉍礬是硫酸鉍與硫酸鉍的複鹽 ($(NH_4)_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$)。故焙粉如有礬則濾液必含硫酸鹽。如試驗28以氯化鋁與稀鹽酸檢查濾液。

d. **酒石酸鹽**：放約 50cc. 濾液於蒸發皿中，加五滴濃硫酸在小火焰上蒸乾。如變黑或有蔗糖的氣味，即為酒石酸鹽存在之證。

e. **磷酸鹽**：假如培粉含有磷酸氫鈣，由 (a) 之濾液中即可找出。如檢驗之即取幾cc. 濾液加幾滴至 5cc. 鉬酸鉍 ($[\text{NH}_4]_2\text{MoO}_4$) 溶液。放於一旁如生亮黃色沉澱，即為磷酸鹽存在之證。

f. **銨鹽**：如培粉含有銨鹽，傾約 5cc. 濾液於試管中，加等體積的氫氧化鈉溶液以檢驗之。因煮沸即有氨氣 (NH_3) 放出。

g. **鈣與鋁**：因培粉含有硫酸鹽，故常含有鋁；如含有磷酸鹽則常含有鈣。故無須特作試驗。檢此二種金屬。

結果：作分析的報告，敘述原料何處得來。

製造廠家，烙印名稱，試驗何物？如何試驗並敘述找出何物來？

補充實驗：以下式計算作酒石酸鹽所用培粉之價格。一磅碳酸氫鈉，兩磅酒石英，一磅穀類澱粉，用商業上之價格來計算。為家庭用製酵粉有價值否？為何要放於不通空氣器皿中？考查別的培粉之公式。並計算其成分之價格。

實 驗 46

鹽類之加水分解

用具：試管，試管架，攪棒。

藥品：試紙(紅及藍)，硫酸銅，硫酸鋁，氯化高鐵，氯化鈉，硝酸鉀，碳酸鈉與碳酸鉀。

導言：鹽類溶液用試紙驗之不一定全是中性反應。因水自身微能解離為 H^+ 及 OH^- 水之離子對於已溶鹽類之作用名為加水分解。鹽之離子與水之離子化合而生成不能解離的弱鹼分子，相當量的氫離子 (H^+) 生出時以試紙檢驗溶液為酸性反應，當鹽之離子與水之離子化合而生成不解離之弱酸分子，相當量的氫氧離子 (OH^-) 生出時，以試紙檢驗溶液則為鹼性反應。

註：藍試紙變紅色表示 H^+ 存在，紅試紙變藍色表示 OH^- 存在。

方法：以試紙試此鹽類溶液，將以下各物，每種各溶 0.5g. 於 10cc. 蒸餾水中：硫酸銅 ($CuSO_4$)，氯化鈉 ($NaCl$)，碳酸鈉 (Na_2CO_3)，硫酸鋁 ($Al_2[SO_4]_3$)，三氯化鐵 ($FeCl_3$)，硝酸鉀 (KNO_3)，及碳酸鉀 (K_2CO_3)。

以清潔之玻棒各蘸一小滴溶液於試紙上檢驗之。

結果：將這些溶液分為三種：(1) 有酸性反應者，(2) 有鹼性反應者，(3) 有中性反應者；由此三類中每類各取其一，以電離學說解釋其對於試紙之反應。書其方程式指明一二兩類中之加水分解作用。

實驗 47

火焰試驗

用具： 本生燈，鑲於玻璃棒端之白金絲，鐵或銻鎳合金，試管，鉛玻璃(兩三塊)。

藥品： 濃鹽酸，鈉，鉀，銦，鈣，鋇及鋇之氯化物，未知物。

導言： 有些金屬無論在那種鹽中都極易檢出，因各種金屬在本生焰上都有其特別的焰色。這是最便利的金屬定性試驗方法。今用以研究鈉，鉀，銦，鈣，鋇及鋇之化合物，用一段白金絲，一端彎成小鉤一端鑲於玻璃棒於火焰上驗之。(銻鎳合金可代白金絲，將一端纏於火柴上，以使用手拿。)

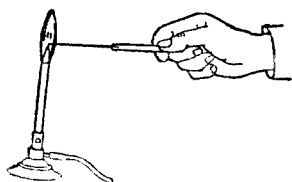


圖 73. 鈉等之火焰試驗

持白金絲一端放於藍本生焰中，如有顏色，將其浸於濃鹽酸中，再放於火焰上燒之。如此反復試之，至無色為止。

方法： a. 鈉：燒白金絲急蘸上一塊氯化鈉，然後將其放於還原焰中燒之(圖73.) 注意其火焰之色。用兩塊藍(鉛)玻璃遮目檢查鈉焰。何種光被藍玻璃吸去不能看見？

持白金絲放於火焰中，直至無色為止；然後如前浸於鹽酸中清潔之。

b. **鉀**：當白金絲十分潔淨時，燒之，蘸上一塊氯化鉀再燒之，記其火焰之色。用兩塊藍玻璃遮目，檢查何種光被吸收。
 • 混合少許氯化鈉與氯化鉀，插白金絲於混合物中放於火焰上燒之，記其顏色。爲什麼看不見鈉與鉀之特別焰色？以藍玻璃遮目，檢查混合物之火焰，那種金屬可檢查出來？

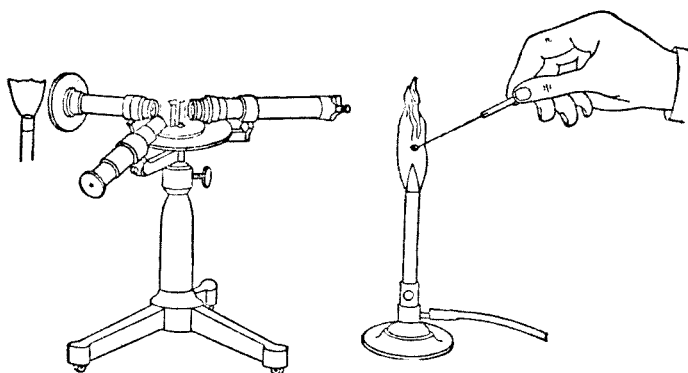


圖74. 光帶分析用之分光鏡

c. **銦銻鋇與鋇**：當白金絲乾淨時，燒熱蘸於氯化銦中，再放於火焰上燒之，注意其焰色。同樣，用其次三種金屬（Ca, Sr與Ba）之氯化物試驗之。列表記其結果：

物 質	分 子 式	火 焰 之 色	備 考

d. 檢驗未知物：由教師處取一包註號的未知物，內含此六種金屬鹽之一種或兩種。記未知物的號數並鑑定之。

補充實驗： 如有分光鏡（圖74.）可研究這些金屬的光帶並以勃柯實用化學 283頁之光帶與你所得的結果相比較。

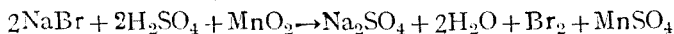
實 驗 48

溴——製法與性質

用具： 環架與夾，試管與試管架，帶一孔塞之試管，寬口瓶，本生燈，玻管。

藥品： 溴化鉀(或鈉)，二氧化錳，濃硫酸，二硫化碳，氯水(以氯飽和之水)

導言： 溴和碘均屬於鹵族(氯族)所以有許多化學變化與氯相同。用製氯法，可以製溴。實驗室中用二氧化錳，溴化鈉，與濃硫酸之混合物製之。其反應方程式，與製氯相似。



溴是有窒息氣味之液體，其名溴即為『臭氣』之意。因其刺鼻與喉並能侵蝕皮膚，故在實驗中製溴時應特別注意，平常在烟厨中製之。碘為固體亦可用製溴與氯之法製之。於硫酸中熱二氧化錳及碘化鈉，碘即蒸發，將其蒸氣冷之。不經液體能直接成爲固體。此現象謂之昇華。試驗49中製碘，即用此法。

製法： 取一試管安上一孔之塞，插入一導管，如圖75裝置之。於紙上混合1cc. 溴化鉀（或溴化鈦）結晶及二倍此量之二氧化錳，將此混合物放於試管中，另取一試管裝1cc. 水再加濃硫酸，冷後，將其倒於溴化鉀與二氧化錳之混合物中，安上帶導管之塞，將導管插入在冷水杯內空試管之底。

微熱此混合物，不要煮沸，以防此黑液體跑入導管。當紅蒸氣趕盡時停止加熱。

性質： 注意溴蒸氣之顏色與氣味（小心）及液體溴之顏色。

在盛溴試管中加三分之二的水，放於一旁。

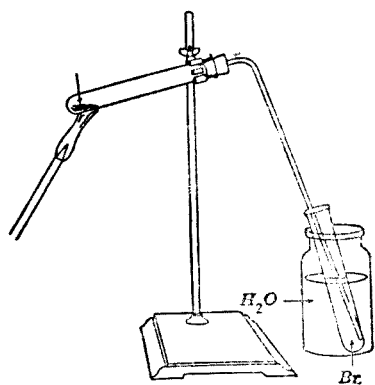


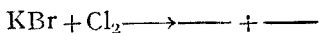
圖75. 製溴

溴比水重抑比水輕？溶於水否？

倒3cc. 新製的溴水於試管中，加1cc. 二硫化碳，以拇指蓋住管口猛搖之，大部分二硫化碳沉於管底。試比較二硫化碳與水之顏色。並比較在此二種液體中溴之相對溶解度。

檢驗溴化物：溶一小塊溴化鉀(或鉍)結晶於5cc.水中，注意溶液的顏色。加2cc.二硫化碳搖之，爲何二硫化碳不爲溴所着色？

加幾滴新製氯水猛搖之，將此混合物沉定。何物被氯起出？完成其方程式：



摘要溴之性質：顏色，氣味；蒸氣的密度(與空氣比較之)；液體的密度(與水比較之)；在水與二硫化碳中之相對溶解度與氯比較其活潑性。

實驗 49

碘——製法與性質

用具：試管與試管架，本生燈，蒸發皿，三足架，結晶皿，石棉網，乳鉢與杵。

藥品：碘化鉀，二氧化錳，濃硫酸，酒精，碘化鉀溶液，二氧化碳，氯水，溴水，硫代硫酸鈉溶液。

製法：倒水3cc於蒸發皿中，再加兩倍濃硫酸；再將幾塊(約兩克)碘化鉀結晶研碎與兩倍的二氧化錳混合之。將此混合物加於酸中將蒸發皿放於三足架之石棉網上，注冷水半滿結晶皿置於其上，碘之蒸氣則凝於冷皿之底上(圖76)。用小火焰燒蒸發皿，假如碘蒸氣(紫色)逸出，則撤火。結晶皿內再換

冷水，碘之蒸氣在冷皿底部凝為固體。將碘之結晶，刮於紙上。

性質：——溶媒：置碘之結晶於水中，搖之，碘是否能溶於水？

於盛水與碘之試管中加等體積之二硫化碳，搖之。試比較碘在水中與在二硫化碳中之溶解度。

試碘對於酒精之溶解度，及其對於碘化鉀及硫代硫酸鈉（海波）之溶解度。將碘對於各種溶媒之溶解度，及其溶液之色，列為一表。

溶 媒	溶液之色	溶 解 度
水		大, 適中或小
二硫化碳		
其他		

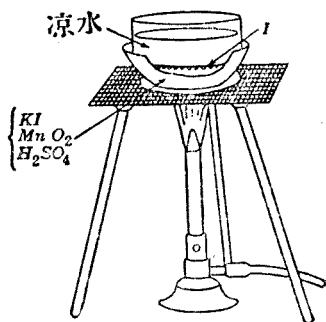
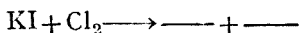


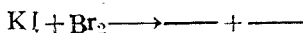
圖76. 製碘

碘之代化：溶一小塊碘化鉀之結晶於 5cc. 水中，再加幾 cc. 二硫化碳搖之。此液體為什麼不為碘所着色？

加幾滴氯水猛搖之，俟混合物沉淀。何物被氯趕出？完成其方程式：



於另一部分碘化鉀溶液加溴水及二硫化碳，搖後使沉淀。何物被溴趕出？完成其方程式。



假設活潑的元素，代替不活潑的元素，則鹵族中那一個元素最活潑？那個最不活潑？

提要： 作一碘之性質的提要：——固體之色，蒸氣之色，蒸氣的密度(與空氣比較)，固體的密度(與水比較)及在各種溶媒中之相對溶解度。

實驗 50

氫之鹵化物 (Halides)

用具： 試管與試管架，本生燈。

藥品： 氯化鈉，溴化鈉或鉀，碘化鈉或鉀，濃硫酸，藍試紙，濃氫氧化氨，濾紙。

氯化氫： 放約一克食鹽(氯化鈉NaCl)於試管中，加幾滴濃硫酸如無作用，再加幾滴酸微熱之。發生什麼變化？

在管口吹氣結果如何？取一條以氨水濕過的濾紙，放近管口解釋白霧生成之理。

書出製氯化氫之方程式。

溴化氫： 用溴化鉀重作此項試驗，並解答那些問題。

記住鹵化氫都是無色的。你猜想管中有色氣體是什麼？那種元素有這種色？關於溴化氫之穩定度指出什麼？除溴化氫外還有什麼氣體生成？(小心的嗅此氣體)。

碘化氫：以碘化鉀重作前項試驗並解答那些問題。由管口吹氣所生濃烟的量即指示碘化氫生出之量。

有色蒸氣爲何物？

除碘化氫外還有什麼氣體生成，嗅其味而斷定之。

比較：此試驗關於氯化氫，溴化氫，及碘化氫之穩定度指示出了什麼？

爲什麼氫溴酸與氫碘酸不常用此法製之？

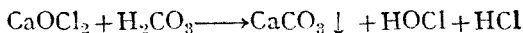
實 驗 51

低亞氯酸 (Hypochlorous acid)——漂白作用

用具：試管與試管架，二氧化碳發生器（試驗 12.）
漏斗。

藥品：漂白粉，濾紙，大理石片，濃鹽酸，有色棉布，試紙。

製法：製漂白粉之飽和溶液在試管內加2cc.漂白粉於2cc.水中。搖之，濾出澄清溶液，以二氧化碳通入此溶液五分鐘。其反應方程式如下：



濾出其沉澱碳酸鈣，即得含低亞氯酸之澄清溶液。

漂白作用：於新製的低亞氯酸溶液，各放一小條
(1)試紙，(2)印字的紙，(3)寫上墨水之紙，(4)有鉛筆痕之紙，(5)有色棉布。記其對於各種物質之效應，那些物質由有機

物着色？那些由碳着色？低亞氯酸能否使碳氧化？還能氧化何物？

補充實驗： 未漂白之棉布可用石灰的氯化物（漂白粉）如下漂白之：（1）於5% Na_2CO_3 稀溶液中煮之使潔；（2）洗之，放於漂白鍋中（10% CaOCl_2 溶液）；（3）五分鐘後擰乾，放於稀硫酸中（5cc. H_2SO_4 ，於100cc水中）；（4）再將布放於漂白液中，如此往復操作直到色退為止；（5）在亞硫酸鈉溶液（5% Na_2SO_3 ）中洗幾次，去掉低亞氯酸之痕跡。登記原布樣子與漂白後之布樣於筆記本中。

另用過氧化氫（ H_2O_2 ），作漂白氧化劑。平常賣的過氧化氫是3%的溶液。將此溶液 3cc. 倒於大試管中，加約一克二氧化錳粉末。用灼熱的木片試驗發生的氣體。此氣體是什麼？二氧化錳有什麼作用？

實 驗 52

磷 酸

用具： 寬口瓶，玻片，突燃匙，玻杯，三足架，石棉網，本生燈，試管與試管架，鑷子。

藥品： 白磷，稀硝酸，稀氫氧化鈹，硝酸銀溶液，鉍酸鈹溶液，試紙。

注意： 白磷極易發火宜用鑷拿之。

製法： 放約20cc. 蒸溜水於寬口瓶中，以石棉紙包上

突燃匙，放上一塊白磷，用紅熱白金絲觸而燃之，投此燃磷於瓶中，急用玻片蓋好，(圖77)·不久磷即停止燃燒·搖瓶溶解此五氧化磷(P_2O_5)·用試紙試此溶液，並書其方程式。

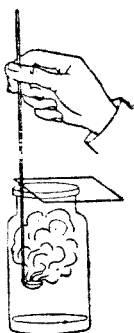
倒3cc. 稀硝酸於玻杯之溶液中，蒸至原容積之半，硝酸之氫離子有觸媒作用·使偏磷酸(HPO_3)加水變為原磷酸(H_3PO_4)

·書其方程式·

試驗：加稀氫氧化銨於原磷酸，而中和之·然後一滴一滴的加入硝酸銀溶液，直至有沉澱生成為止·此沉澱何名並描述之·書其方程式。

加幾滴原磷酸於10cc. 錳酸銨溶液中·將混合物放於一旁過五分鐘，再微熱之·如有沉澱即證明有磷酸根離子(PO_4^{3-})存在·試描述此沉澱·

加氫氧化銨溶液變為鹼性，試驗其效用，注意其結果；再以硝酸變為酸性，記其結果·



補充實驗：於蒸發皿內放 10g 磷灰石粉

，加4cc. 水再加4cc. 濃硫酸，攪拌之·再熱十分鐘，

圖77. 在盛水瓶中用突燃匙燃磷·

加 10cc. 水過濾·檢查濾液中之磷酸鹽·磷灰石是否已被硫酸變為可溶解的磷酸鹽？

檢查商業上過磷酸肥料中的可溶性磷酸鹽·

實驗 53

土壤的試驗

用具： 玻杯，盛三水磅(Pint)之菓瓶，量筒，放大鏡。

藥品： 土壤，試紙。

以試紙驗酸： 將土壤放在玻杯中，以蒸餾水濕之，取一條藍試紙置於其上。假如土帶酸性，十五分鐘內試紙即變淡紅色。

檢驗土壤之酸時，如無蒸餾水，可直接將由田地取來的土壤用手壓成小球。然後在將球破為兩半，將試紙夾於其中，十分鐘後驗此試紙。

註： 最好用鋤子拿試紙，因手出的汗常帶酸性。試紙必須用最好的。

土壤中之改正酸度是什麼意思？

沙，泥渣，及粘土的百分率： 放兩匙細土壤於水磅菓瓶中，瓶內盛水滿三分之二，猛搖幾分鐘，停一分鐘，將泥水倒於第二瓶中。下沉於第一瓶中的是沙。

將第二瓶放置五分鐘後，將泥水倒於第三瓶，加水於原瓶中，猛搖之，靜放兩三小時後，傾去其水，剩於第二瓶的渣滓是泥渣。剩於第三瓶的渣滓幾全為粘土。乾此三種渣滓。用量筒測定其體積。計算土壤中沙，泥渣，及粘土的百分率。注意每種成分質點的大小並在放大鏡下檢驗之。

補充實驗： 以特魯(Truog)試驗可測定土壤之大概酸度將10克土壤放於盛 95cc. 水之燒瓶中。再製得硫化錳與氯化鈣的混合溶液 50 克中性氯化鈣於 25cc. 水中。再加5克硫化錳細粉。

將此混合物 5 克加於土壤及水的混合物中，熱之使沸騰。一分鐘後，放一條醋酸鉛紙*於瓶口。再繼續煮二分鐘。

醋酸鉛紙變黑，即表示土壤中有酸存在。顏色的深淺，表示大概的酸度。

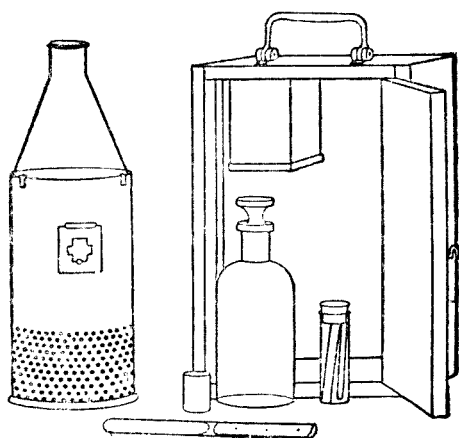


圖78. 特魯(Truog)土壤試驗裝置。

最便利的裝置如圖78；用酒精加熱器將水煮沸。再預備一標準色板。

*醋酸鉛紙是以白濾紙浸於10%醋酸鉛溶液中，然後在玻片上乾以製之。

實驗 54

煤的乾餾

用具：環架與夾，帶一孔塞之燒管，帶兩孔塞之大試管，水槽，寬口瓶，本生燈帶燈帽，玻管。

藥品：軟煤(小塊的)，試紙，硝酸鉛試紙。

導言：現在所燒的煤是從前的活植物，很久以前被埋在沙床中，因分解而生成不定形的碳。硬煤約含90%碳，幾乎其全部都在不化合情形下存在着；但軟煤不化合的碳較少，與氫，氧，氮，硫化合的碳較多。大量的軟煤在鐵爐中燃燒，可得各種有用的產品。例如由洗刷塔可得氨；亦可得煤焦油，為很貴重的副產品；最後的產品為煤氣——燃料。焦碳則剩在爐中，焦碳不僅用作燃料，在冶金上亦很有用。在此試驗將作一小規模的乾餾。

煤的蒸餾：取一燒管裝四分之三的軟煤水平夾之如圖79。將導管引至凝結管(大試管)之底。用排水取氣法，收集發生的氣體。當熱時用紙條濕以硝酸鉛溶液，驗導管口，有無硫化氫(H_2S)放出。用濕的紅試紙檢驗氨。結果如何？

產品： a. 檢驗在水上收集的氣，燃燒否？

b. 觀察凝結管中物質的性質，試述其名。

c. 燒管冷後，取出剩下的渣滓，將這些渣滓的顏色，構造，及重量與原煤相比較，並述其名。

d. 此法為何謂之乾餾？

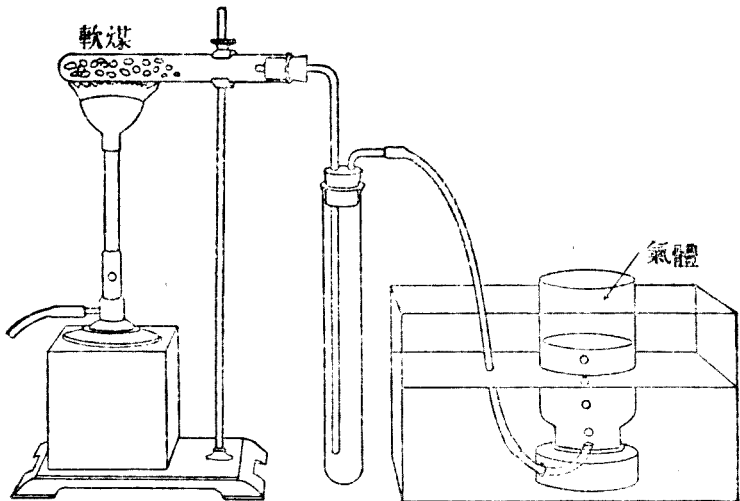


圖79. 煤的乾餾

e. 試述乾餾煤時三種主要產品及一種副產品之名稱。

補充實驗： 同樣方法用小木片可作木之乾餾。像煤焦油似的液體，集於凝結器者，是木醇，醋酸，丙酮，煤膠與其他物質的混合物。

實驗 55

煤的分析

用具：環架與夾，泥三角，帶蓋的坩堝，本生燈，牛角盤天平與砝碼，乳鉢與杵，乾燥箱。

藥品：煤樣（由家帶來）。

導言：煤燃燒時最易見的成分是（1）水氣，（2）揮發物，（3）固定碳及（4）灰渣。當在空氣中燒煤時，固定碳即揮發。這些物質不能顯明的分開，故此種分析均依照標準方法作之。由煤的最近分析（Proximate analysis）即可知煤的大概型式。煤常依揮發物與固定碳之比而分類。此比謂之“燃料比”；故無煙煤之“燃料比”不小於10。而烟煤的燃料比常由3到6。

方法： a. 水氣：將煤擊碎如豌豆大的小塊，混勻之。取一匙小煤塊在乳鉢中研成細面，稱一乾淨帶蓋的坩堝（0.10g）。再稱出2g煤面。將這比重量記於下表：

帶蓋坩堝之重.....g.

帶蓋坩堝 + 煤之重.....g.

煤重.....g.

在爐中燒坩堝（去蓋）一小時（104°C——107°C）。冷後再稱坩堝（帶蓋），失掉的重量，即等於趕出的水氣之重。計算煤中水氣之百分率。

b. **揮發物**。在泥三角上燒蓋好的坩堝(由a得來)與其內容物，直到無烟爲止。記住坩堝不應突然加熱或驟冷。將其燒至紅熱，俟冷後蓋好蓋再稱之。所失之重，即被逐出的揮發質的重量。試計算煤中揮發物之百分率。

c. **固定碳(焦炭)**。去掉坩堝的蓋，斜放在三角上(圖80)。再熱由(b)得來之蓋好的坩堝與其內容物。直熱到完全燃盡爲止。用同樣方法燒去蓋上之污漬物。冷後再稱坩堝(帶蓋)與剩下的灰。因熱失去之重，即固定碳之重。試計算煤中固定碳之百分率。

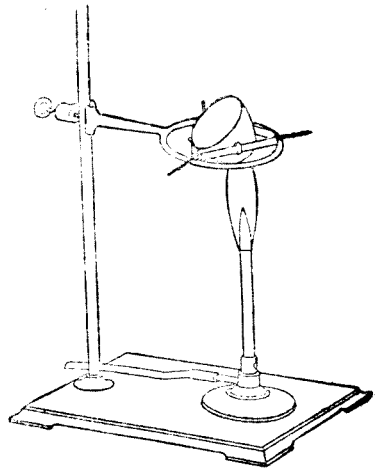


圖80. 測定煤中的灰燼。

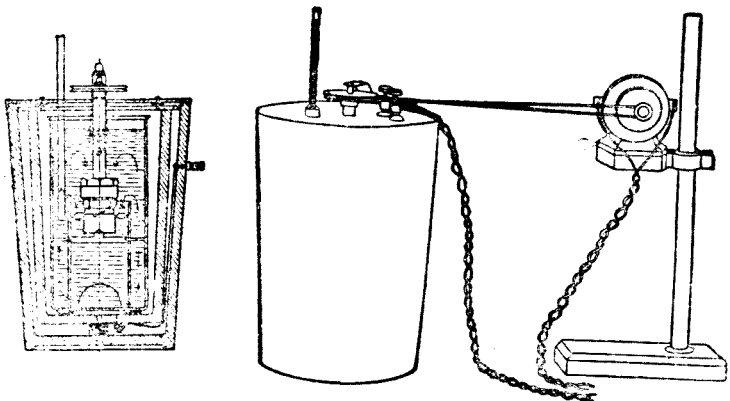


圖81. 巴爾(Parr)的過氧化物鐵彈測熱器

d. 灰燼：(c)留剩在坩堝中的渣滓，是不揮發的礦物質，名爲灰燼。試計算煤中灰燼之百分率。

e. 將你的分析結果與化學工程書中所給的結果比較之。

補充實驗：如有巴氏(Parr)的過氧化物的鐵彈測熱器

(圖81.)即可求煤的生熱值，即求每磅煤之 B.T.U. 數。手術簡單結果須精密至(1%)。試驗手術與計算方法，隨器備有說明。

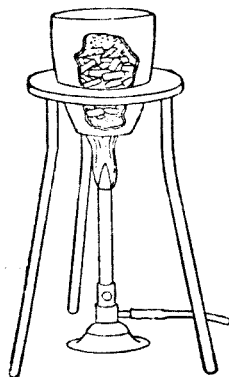


圖82. 砂坩堝中
製木炭

，藍靛，骨炭，硫酸銅溶液，硫化氫溶液，氧化銅粉，石灰水。

製法：動物或植物質在無空氣處燒之即得炭。木炭極易製得——在砂坩堝或鐵盤中之砂層上放幾塊木片或木塊。用砂蓋之不通空氣(圖82.)，燒至無烟時，冷之，渣滓即木炭。

性質：a. 證明炭是去色劑。試管中各裝糖漿，紅糖，洋紅，藍靛，再各加入半試管水則各具有一定之顏色。各加5cc. 骨炭，猛搖之。再煮三四分鐘，濾過。假如濾液不澄清而

實驗 56

木炭——製法與性質

用具：三足架，本生燈，坩堝，鐵坩堝(帶蓋)，泥三角，燃燒管，帶一孔之塞，試管，環架，乳蘇與杵。

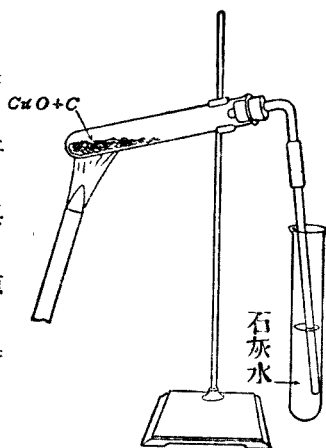
藥品：木塊，糖漿，紅糖，洋紅

不透明，再重新加骨炭，搖之，煮之。在帶蓋的鐵坩堝中先加熱則炭之活動性增加。假如用的是糖漿，嚐此濾液糖味是否失去。

用硫酸銅溶液重作此項試驗。溶液的顏色，能否均被骨炭

濾去。

b. 於裝滿四分之一炭粉的試管內加5cc. 硫化氫(H_2S)溶液。塞好試管每隔十五分鐘，猛搖一次。與原溶液比較之。如氣味未完全去掉，再加炭繼續搖之。在世界大戰時，利用炭之此種性質作何用途？



用途：炭之最主要的化學 圖83. 以炭還原氧化銅

上的用途，即作還原劑。將5g氧化銅(CuO)與1g炭粉於乳鉢中混合。以摺紙將此混合物裝於燃燒管中，蓋一孔塞，插進一導管如圖 83. 管熱時氣體發生跑到試管內之石灰水中。

初微熱燃燒管中之混合物，以免管子破裂，最後強熱之。先在近塞處熱起，漸漸移向下部，最少要燒十分鐘。在石灰水中第一個變化是什麼？

由石灰水中取出導管然後止火。管冷時將內容物放於乳鉢中，在水中將渣滓研碎，使流水帶走小質點。何物被水帶走？剩在乳鉢中的是何物？由氧化銅提出什麼元素來？描述此法並書其方程式。

結果：由上述試驗觀察之所得作炭(碳)之性質的提要。

補充實驗：亦可用鐵來還原金屬的氧化物，如氧化錫(SnO_2)與氧化鉛(PbO)。同法可檢驗化合物中之碳。試求出糖，蠟，與洋樟腦(Naphthalene)是否含碳。用此法怎樣能檢驗化合物中之氮？

實 驗 57

乙炔(電石氣)與甲烷(沼氣)

用具：試管，一孔塞，玻管，寬口瓶(250cc)，環架與夾，蒸發皿。

藥品：碳化鈣，石灰水，蘇打石灰，醋酸鈉(粉狀無水的)。

導言：甲烷(或沼氣)發生於池沼中，由植物腐爛而生。煤礦中亦常有之，為天然氣之主要成分。煤氣含35—40% (體積)甲烷。乙炔是燃料中最有價值的一種碳氫化合物。

乙炔壓裝於鋼筒中很不安定，惟在高壓下溶於丙酮中則十分安定。即將其壓入於Prest--c--Lite 圓筒中。炔氧吹管能發極高的溫度，用以截斷金屬及銲接金屬。

方法： a. 乙炔 (H_2C_2)：倒置滿水之試管於半滿水之蒸發皿中，投一塊碳化鈣於其中，急將試管口放於礮化物上。收集氣體於試管中。

氣滿時，將管取出水外，燃之。注意火焰所發的光。欲試驗燃燒的生成物，蓋上試管，加少許石灰水搖之。乙炔燃燒的生成物是什麼？

作一簡單的試驗比較乙炔與空氣的密度。

以試紙試置於蒸發皿中之液體。

懸浮的固體是什麼？

書出碳化鈣與水反應的方程式。

b. 甲烷 (CH_4)：將 4cc. 醋酸鈉粉與 4cc. 鈉石灰混合之。將此混合物放於試管中在管口夾住試管成水平。按上帶一孔之塞，插入一L 管，管端向上。輕敲試管，使混合物下降在管。混合物之上留有空隙。

移動火焰燒此試管以免其融化。將另一試管移至 L 管垂直部分上以檢驗某氣體。一兩分鐘後移開試管，看其是否能安靜的燃着。當能安靜的燃時，移火焰至出氣管口。注意火焰的構造與其光度。

將一乾淨的瓶倒置於火焰上。一分鐘後，注意瓶之裏面，露珠爲何物？

速傾 20cc. 石灰水於瓶中，蓋好搖之。燃燒甲烷所生的氣體物質是什麼？寫出製甲烷的方程式。再寫出燃燒甲烷的方程式。

將觀察出來的乙炔與甲烷的性質作一提要。繪所用儀器裝置的略圖。

實 驗 58

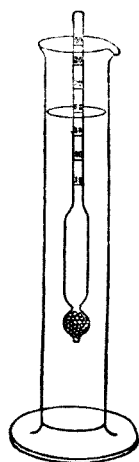
汽油與煤油

用具：浮秤，包氏(Baumé)量輕液體的天秤，浮秤用圓筒，三足架，本生燈，石棉網，玻杯，凹面玻璃，帶塞寬口瓶，沙盤，環架，寒暑表，蒸發皿。

藥品：汽油，煤油，小木片。

導言：汽油與煤油都是烴(碳氫化物)，由分餾粗的原油而得。在分餾過程中，所得其他的產品爲石油燭，滑油，凡士林，及石蠟，焦炭亦常由此製得。石油的產品都是烴，例如汽油與煤油，它們都不是化合物，無一定的組成。近年來以汽油作爲內燃機關的燃料，因之產量大增。由石油內不揮發，而極複雜的烴，在高壓之下，提煉汽油，此名爲分裂法。汽油的特性，依其製法，即蒸餾程序及原油之來源而定。

方法：a. 比重：測定汽油，與煤油的性質，此法雖不很重要，但在應用方面是很有價值的。因其為檢查商品最容易的方法，商業上所用的浮秤（圖 84.）可用以測其比重。因為照例器具的刻劃為 60°F（15.6°C）時用的。故常使液熱至此溫度，以免去必要之改正。比重測定以後，將浮秤提至球部，擦乾其頸，然後再小心的使其沉於液體中。如此在浮秤上，液體比重點以上部分可以不濕。觀察與液體水平處之刻度。如此測定汽油與煤油之比重。



註：商業上用的浮秤是按照包氏（Boumè）分度而刻劃的。此刻劃以度（°）為單位；比水輕的液體之刻度從 10° 起，正相當比重 1。隨比重之減小而增加。包氏分度可由下式變成比重。

$$\text{比重} = \frac{140}{130 + \text{包氏分度}}$$

商業上的汽油由 50°Be 至 90°Be。

b. 揮發性：這是最重要而又簡單的汽油試驗。可如下比較各種汽油與煤油的揮發性：放圖 84. 求汽油 10 滴汽油於凹面玻璃，將其放於半滿沸水之玻璃杯上。油之密度 杯上。

注意：汽油蒸氣極易發火，應離火稍遠，以防危險。注意

蒸發完畢所需時間。

以10滴煤油重作此項試驗。

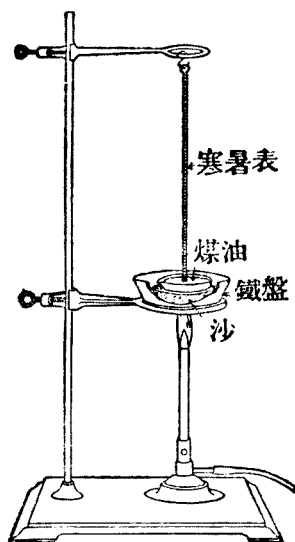


圖85. 測煤油閃光點
之儀器

試比較汽油與煤油的揮發性。

汽油的燃燒：熱一寬口瓶，

倒入一滴汽油，蓋上塞猛搖之；去塞將灼熱的木片放於瓶口，如無結果，去掉木片再加汽油一滴，以木片重新試之。如此繼續每次加汽油一滴，直至猛烈爆炸而燃爲止。試問瓶中除汽油外還有什麼？“爆炸的混合物”是什麼意思？

將瓷皿放在沙盤上如圖85。注入煤油，差半盞不滿。懸寒暑表於液體中部。勿觸於皿底，以本生燈熱之。時時在距液一盞高處，寒暑表之前，以小火焰

經過試之。

如此繼續加熱，直到液體上之蒸氣發生閃光燃燒爲止。發閃光時之最低溫度謂之閃光點。重作此項試驗數次，以求閃光點之最低溫度。

註：有許多國家禁賣閃光點比 110°F 低的油。

補充實驗： 試驗汽油有時需要測定沸點及乾點。最

便利的儀器形式即用

電熱器如圖86。此法

在礦物局之166及214

號之工業報告上有詳

細之說明 —— “電

動機汽油試驗法”。

同樣方法可用以檢驗

Crank-Case 油之稀

度。

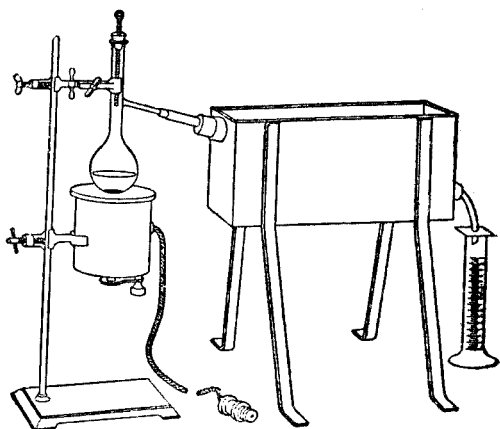


圖86. 求汽油之沸點及乾點

如不小心汽油常和水相混，用分液漏斗(圖87)

，亦可與水分開。倒少許汽油於分液漏斗中再加

少許之水。注意關上活塞 (b) 搖之，再使下

沉。不久汽油即在水上另成一層；放玻璃杯於管開

口 (d) 下，去活塞 (a)，漸開活塞 (b)。當兩種

液體之分界線流到活塞 (b) 處，則關 (b) 將汽

油倒入另一器皿中。

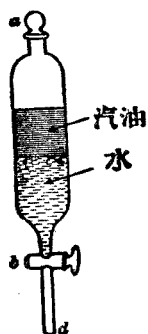


圖 87. 兩種不可混合的液體分離法

實驗 59

酒精(乙醇)——製法與性質

用具： 2000cc. 燒瓶帶兩孔塞，寬口瓶，乾燥管，支管瓶，三足架，石棉網，環架與夾，李氏冷却器，試管，本生燈，寒暑表，凹面玻璃，橡皮管，玻管。

藥品： 糖漿，發酵餅，石灰水，桿狀氫氧化鈉，玻璃珠，石綿絨，碘，氫氧化鈉溶液，試紙。

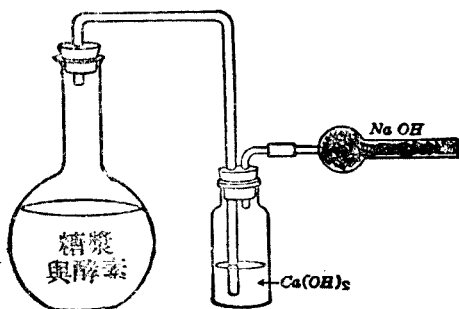


圖 88. 實驗室中糖漿的發酵

將此裝置放於溫熱處所(約 30°C)經過兩三天。

蒸餾： 糖液發酵後傾出清液，每組或每個學生，可分得150—200cc. 從液體中分離乙醇。其儀器的裝置如圖89. 或使冷却器垂直裝置如圖90。

*此部分試驗最好由教師或一小組學生代表全班作之。

發酵*： 取一大燒瓶以 200cc 米漿或糖漿溶於 2000cc 水內，注於其中，(圖 88.) 碎發酵餅與水混合之。然後加於糖液中，與另一含石灰水之管水平聯接之(圖 88.)。乾燥管內

最好加幾個玻璃珠於燒瓶中以免爆跳·連冷却器與水管，冷

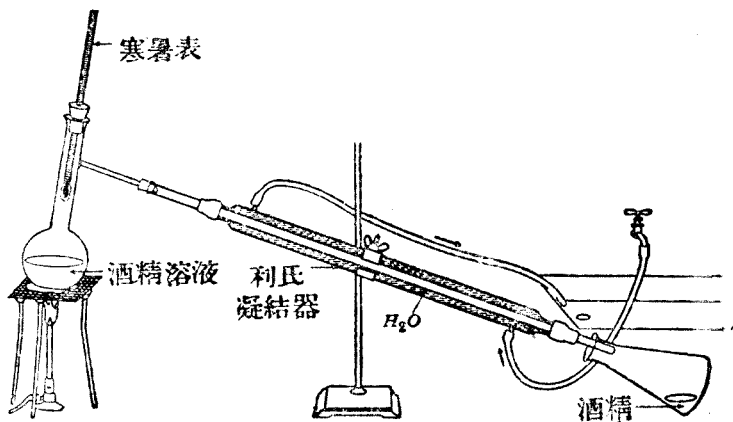


圖89. 酒精的分餾。

水從下管流入記
載在冷却器中先
發現露珠時之溫
度，及液體蒸到
一半時之溫度。

性質：

當收集有幾滴蒸
液時，傾於凹面
玻璃皿上。

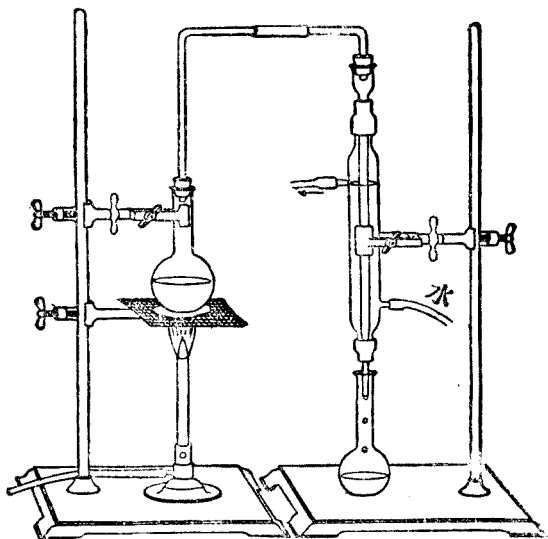


圖90. 以垂直冷却器分餾。

注意蒸液的氣味·用試紙檢驗之·以蒸液飽和石棉絨燒之·

欲辨識燃燒酒精之一產物，以冷寬口瓶罩於火焰上，少時將瓶塞好，再倒進少許石灰水，搖之。書酒精 (C_2H_5OH) 燃燒的方程式·

試驗： 加3—4cc. 碘液於5cc. 蒸液中，再加氫氧化鈉溶液直至無棕色為止。熱此混合物，在一磅放幾分鐘，其沉澱為黃碘 ($IodoformCHCl_3$) 即證明酒精之存在。記其顏色及氣味·將你所觀察到的酒精之性質作一提要·試述糖發酵時之兩種產品·

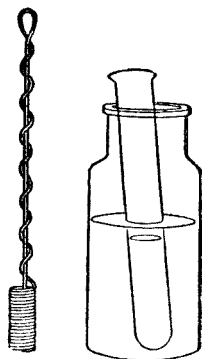


圖91. 以熱銅環檢驗木精

補充實驗： 甲醇 (CH_3OH) 有時當作普通酒精 (C_2H_5OH)，代替品甲醇無直接簡單的試驗。甲醛 ($HCHO$) 則有之。甲醇極易變為甲醛。

在試管內混合1cc. 甲醇及6cc. 水浸於冷水瓶中。將一銅絲捲(圖91.)燒至紅熱，急速插入試管之混合物中。取出銅絲浸於水內，如此重作六次，大部的醇變為甲醛。將此混合物與存儲於瓶中之醛比較之。

實 驗 60

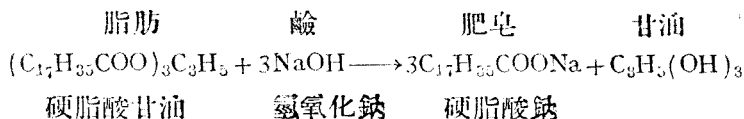
肥皂之製法與用途

用具： 蒸發皿，三足架，石棉網，本生燈，攪棒，
試管與試管架。

藥品： 酒精(乙醇)，植物油(橄欖與椰子油等)氫氧化鈉溶液(20%)，氯化鈣溶液，煤油。

導言： 氫氧化鈉(NaOH)是強鹼之一種。與脂肪或植物油同煮則鹼化變為肥皂，脂肪多是有機酸之甘油酯。煮之，脂肪即被氫氧化鈉分解為甘油($C_3H_5(OH)_3$)，及有機酸之鈉鹽即肥皂。

下之方程式可代表此反應。



方法： a. **製法。** 於蒸發皿內加 10cc. 酒精再加兩匙油(橄欖油椰子油，或椰子油)，以小火焰熱蒸發皿，然後加20%氫氧化鈉溶液 5cc.，繼續熱之，並時時攪拌。直到不再有酒精的氣味為止(圖92)。剩在皿中之糊狀物即肥皂與甘油之混合物。

註。 在此試驗中為的節省時間，以酒精作為油與鹼之溶媒。工業上則不用之。

b. **用途。** 以新製的肥皂少許洗手，起鹼泡否？鹼太多，用時使手粗糙，油多，則不能去污。你的肥皂性質如何？

製半試管肥皂溶液將其加於等量的氯化鈣 (CaCl_2) 溶液中，搖之，則生成不溶解的鈣肥皂，肥皂與硬水用時則生成不溶解肥皂，對於去污無效。

倒1 cc. 煤油於試管內 10cc. 水中，搖之。注意，油即破碎而形成乳狀的小珠。將試管靜放一分鐘，看乳狀小珠是否存在。再加進 3cc. 肥皂溶液。再搖之。肥皂對於乳化的持久有何影響？同樣肥皂對於衣服上之油等亦能起乳化，此作用能使污垢散鬆易於洗去。

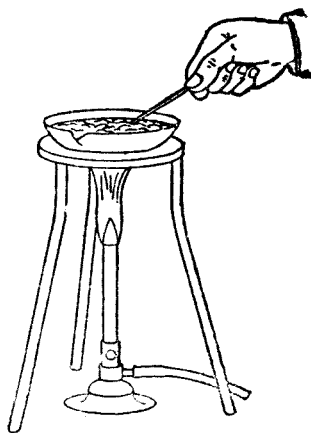


圖92. 製肥皂

補充實驗： 肥皂由無用的甚至穢的腐爛脂肪亦可製之，融化脂肪，壓過後再用之。稱出定量的脂肪來，再稱出三分之一重的商

業上的鹼水。溶鹼水於水中熱脂肪於鐵鍋內，慢慢將鹼倒進，隨倒隨攪，須注意勿使蒸發太過。熱 30 分鐘後，加水以補蒸發逸去之水。然後，加入兩倍鹼水之重的食鹽攪拌之，冷後，除去頂上肥皂。熱此肥皂，再在小硬紙箱中冷之，即成餅狀肥皂。

實 驗 61

去油垢

用具： 玻杯，試管與試架，本生燈。

藥品： 各種帶油漬，糖，墨水，鐵銹等之衣料（布，毛，絲），四氯化碳，松節油，草酸水等。

導言： 油垢易去與否視其污點之性質而異，例如去布上的油漬僅以溶液洗之及吸收即可；但要由布上去菓汁或墨水，就要研究衣料之本質與各種漂白藥劑。

總起來有三個方法：(1)假如經過時間不長熱水可以去糖，膠與血；(2)汽油，四氯化碳，或松脂油能和油漬及漆起作用以去污點；(3)漂白劑如草酸或檸檬酸如漂白粉一樣可去墨水，天然汽油極易燃燒，須離水稍遠以氣油去油漬時必須用一種吸收物質，墊於欲去油之物料下，否則將少許汽油放於污處必擴大其面積。用漂白粉去垢時，最後必須以稀氨水洗去殘餘的漂白劑。

否則會腐爛布的纖維，在去衣服上污垢之前，最好用一小塊試樣，先試一下。總之毛與絲要比棉布特別加以注意，特別是有色物質，因為許多化學藥品與蛋白質（絲與毛）能起作用。

下表可用作參考

污 質	去 污 質
糖，膠，血，	熱水。
油漬，	四氯化碳，或汽油再用熱肥皂及氨水洗之。
油漆，	松節油（絲除外）。
柏油，瀝青，	肥皂與油，再用松節油。
墨水，	熱草酸或酒石酸(10%)或鹽與檸檬。
鐵銹，	熱草酸或熱檸檬酸(20%)。
菓汁茶及咖啡	熱水，av. llc水*。
酸類，	氨水與酸中和再以水洗之。
草綠，	酒精或氨水海棉。

方法： 取三四種布料來，各洒上墨水，酸，糖汁，

及油，按照所述的方法處理之。各割下一同樣大小的塊，貼於筆記本上。比較前後之布塊，並略述其處理的方法。

補充實驗： 找出兩種墨水劑，法國去污液腐蝕污，

及去漆油藥的成分。

*Jav. llc水是溶一磅 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 於一磅沸水中而成的。加四分之一磅的漂白粉於一磅沸水中。混合此兩種溶液，傾入於低亞氯酸鈉清液以備應用。

試 驗 62

紡織纖維

用具： 顯微鏡，試管與試管架，本生燈。

藥品： 棉，毛，絲，亞麻布，人造絲，棉毛混合物，棉呷噉混合物，氫氧化鈉溶液（20%），洋紅之（Fuchsin）酒精溶液稀氫氧化鈹，氫氧化鋸溶液，稀鹽酸。

導言： 在人類需要上，次於食的即是衣。紡織物是由植物產品如棉 亞麻及動物產品如毛 絲所組成。近來科學發達以賤價之棉纖維織成人造絲。此種纖維可以化學的與顯微鏡的檢查法以鑑定之。此試驗即研究以化學方法區別紡織纖維。

方法： a. **用顯微鏡研究纖維。** 於顯微鏡下詳細的研究棉布，毛布，絲，亞麻布與人造絲（與勃柯實用化學204頁之插圖比較之）。

b. **棉與毛：** 在試管中各放一塊（3cm. × 3cm）棉布，毛布及混物品，各倒入氫氧化鈉溶液（20%）煮兩三分鐘；必要時加水，使液體將布漫過。

注意： 勿使熱鹼飛於皮膚上。

那一種在氫氧化鈉溶液中完全溶解？

c. 棉布與亞麻布：以1%洋紅酒精溶液浸濕一塊布及亞麻布，以水洗之，然後用氫氧化銨濕之，亞麻布即着色，但棉布仍無色。

d. 毛與絲：於各個試管中放毛與絲，倒入氫氧化銻溶液* 漫過之；二分鐘後，去掉渣滓，在1%鹽酸溶液中；煮五分鐘。那一種不溶解？

e. 絲與人造絲：由棉纖維製得的人造絲，極易與真絲區別；棉纖維是植物質，真絲是含氮化合物動物質。如下作燃燒試驗：由真絲與各樣人造絲中，各抽出幾條絲來，在小試管中燒之，注意其氣味。真絲有何種特別氣味？

f. 絲毛與棉：如何檢驗試樣中絲毛與棉之存在。

補充實驗：稱一混合物之試驗品(10cm × 10cm)至十分之一克。先在1%鹽酸溶液內，煮十分鐘以去其膠；洗後乾之，再稱之以定其中含膠的百分率。然後分析各種成分，並計算其百分率。將分析的試驗品登記於筆記本中。

*製氫氧化銻溶液；溶5g. 硫酸銻於100cc. 水中，再加氫氧化鈉溶液直加到氫氧化銻完全沉澱。洗此沉澱，溶於25cc. 濃氫氧化銨溶液中，再加25cc. 蒸餾水即得。

實 驗 63

食 物 的 成 分

用具： 試管與試管架，本生燈，乳鉢與杵，大玻杯，漏斗，結晶皿，鐵匙。

藥品： 澱粉，碘溶液，葡萄糖，費氏 (Fehling) 溶液，濃硝酸，濃氫氧化銨，雞蛋，小米飯，花生，蕎麥麵，醚濾紙。

導言： 習慣上將我們所吃的食物，分爲四類：(1) 碳水化合物，如澱粉及糖，這兩種東西都能供給熱與能力，並製造身體中之脂肪。(2) 脂肪，如奶油，肉及橄欖油，亦能發生熱及能力。(3) 蛋白質，這是化學上十分複雜的物質，富於氮，如瘦肉及蛋白均含之，能恢復疲勞筋肉的組織；(4) 礦物質，這些物質在身體中能營各種工作，但需量甚微。近來分析的結果證明有種物質，少許即與身體的生長及健康有重要關係。此等物質名爲生活素 (Vitamin)。此試驗將檢驗食物的這四種成分。

方法： a. **澱粉：** 放少許澱粉於管中，注水一半。搖動煮沸之，澱粉是否有變化？在流水中冷之，冷後將其分爲兩部分，一部中加碘液(碘溶於碘化鉀中)。有藍色發生即證明有澱粉存在。

b. **葡萄糖：** 溶1cc糖於10cc水中，5cc硫酸銅鹼溶液 (Fehling 溶液)。煮幾分鐘，紅色沉澱 (Cu_2O) 即證明有糖存在。

c. **蛋白質：** 放幾小塊煮熟的蛋白於試管中，加幾滴濃硝酸，然後再以水將酸洗去；傾去液體，加幾滴氫氧化銨於蛋白上黃色發生即證明蛋白質之存在(氮之化合物)(Ether)。

d. **脂肪與油：** 裝半試管小米飯或花生，倒入醚或苯(Benzene)中(離開火)，漫過固體約一吋。將試管立於盛熱水之玻杯中，時時搖動之，過濾，將濾液放於結晶皿中使其自由蒸發，提煉的脂肪與油存留於皿中。

e. **礦物質：** 放兩匙蕎麥麵於舊鐵匙上熱之(在煙厨中)直到無煙生出為止。然後燒至紅熱，去其碳質，白灰即礦物質。

f. **食物檢查：** 用這些試驗，檢查各種食物如瘦肉，麵包，豆(乾的)，及酪。列表記其結果。

補充實驗： 水是食物主要成分之一。用各種不同方法，測定蘋果，白薯等，含水的百分率。如教師贊同你的方法，可實行之。並與他書中的結果相比較。

實 驗 64

牛乳的食物成分

用具： 蒸發皿，短攪棒，蒸氣鍋，三足架，本生燈，環架，牛角盤天平與砝碼，試管，試管架，漏斗。

藥品： 牛乳，醋酸，糖餅，費氏 (Fehling) 溶液，濃硝酸，濃氫氧化鈉。

導言： 牛乳是食品中最有價值的一種物件。由許多分析的平均結果，證明其大概組成如下：

水	87%
蛋白質	3.3%
脂肪	4%
乳糖	5%
礦物質	0.7%

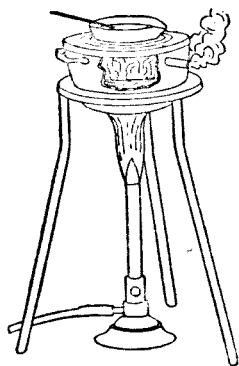
由此可知牛乳所含蛋白質，脂肪與碳水化合物在均好的食品中此幾種東西為最重要。對於各種年齡的人，牛乳是蛋白質，脂肪，礦物質及生活素之最經濟的來源。對於正在生長的兒童，亦無別的食品能比牠經濟與適當。

方法： a. 固體與水之百分率：欲測定牛乳中水之百分率將一定量的牛乳蒸乾以測定之。蒸時泡沫常於液面上生成。此泡沫能阻碍蒸發，最好常以短攪棒挑破之。

稱一小的乾淨蒸發皿與一短攪棒之重加入約 20^c. 牛乳再稱之。在蒸氣鍋(圖93.) 上蒸乾；當渣滓乾時，將蒸發皿外面擦乾，俟冷再稱之。由測定結果計算牛乳中固體與水之百分率

(牛乳所含固體常不少於12%)。

b. 蛋白質：牛乳中重要的蛋白質是Casein, 製乳酪時用之。加2—3滴醋酸於10cc. 牛乳中, 混合均勻時, 靜止片時乳酪即自然的結皮, 當牛乳變酸時, 在乳中造成之乳酸可使其自然的凝結。證明此結皮是蛋白質(試驗63.)



另一分離乳酪的方法即用小牛胃汁, 一種菓糖藥餅中含小牛胃汁。溶約半個藥餅於水中, 加此溶液於100cc. 熱牛乳中, 乳酪亦能結皮而分出。

牛乳中有一種蛋白質當乳酪被酸或犢胃膜分出時, 被存留於溶液中。此即黏膠氮質, 類似蛋白。濾去乳酪煮沸此澄清液

圖93. 水浴上蒸牛乳

體(乳糖)。黏膠氮質如白片形而凝結。證明在煮沸牛乳表面上所生成的強韌泡沫是凝結的黏膠氮質(蛋白質)。

c. 乳糖：乳酪與黏膠氮質凝結後, 遺下的濾液含乳糖, 蒸此濾液即得渣滓。此糖之甜味僅及蔗糖六分之一。用費氏(Fehling)溶液試驗之。

補充實驗：牛乳中最有價值的物質無疑的是奶油。測定奶油的百分率, 最實用的方法是巴氏(Balcock)試驗法。此法取定量(17.6cc.)牛乳以硫酸(17.5% 比重1.83)處理之; 硫酸溶解乳酪, 奶油脂肪極易分出。混合物在離心機上旋轉脂肪即集於表面, 應用的器具如圖94. 試驗瓶頸上直接刻記脂肪百

分率所佔之度數，其他說明隨器備置。

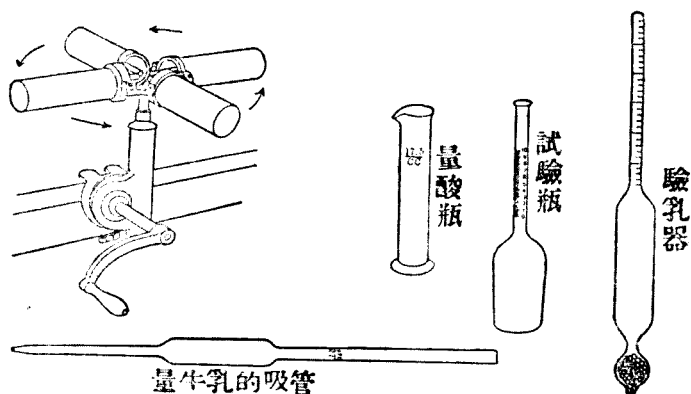


圖94. 檢查牛乳的裝置：離心力器・Babcock試驗瓶與驗乳器。

應用 Babcock 試驗法，及比重的測定法，以驗乳器則能估計，脂肪以外，其他固體所佔之量。Babcock 根據試驗的結果，得公式如下：

$$\text{非脂肪固體} = \frac{\text{驗乳器}}{4} + 0.2 \text{脂肪}.$$

普通驗乳器刻度僅是比重第二第三位小數；例如讀之是34，則比重是1.034；假如脂肪的百分數是3.5%，則非固體的脂肪是 $\frac{34}{4} + 0.2 \times 3.5$ 或 9.2。

實驗 65

混雜食品之試驗

用具： 鐵勺，本生燈，木片，小燒瓶，玻璃杯，三足架，石棉網，試管。

藥品： 牛乳廠之奶油與人造奶油，一品脫(Pint)牛乳由家取來，濃硫酸與三氯化鐵之溶液（25cc酸與 1cc. FeCl_3 溶液），甲醛，碎冰。

奶油與其代替品： 許多奶油代替品比真正奶油價賤而有滋養功效。但這些代替品不應按奶油賣之。以下之簡單的試驗。即區別奶油與其代替品。

a. 泡沫試驗： 在小火焰上融化一塊奶油於大鐵勺中，因氣由奶油中逃出，純奶油安靜的沸騰而起泡沫。人造奶油則爆跳而噴涎並有很大的鬧聲，只起小泡沫。試驗一塊純奶油並將其作用與代替品之作用比較之。

b. 水屋 (waterhouse) 試驗： 放約50cc。甜牛乳於小燒瓶。裝入熱水，而煮之；將沸時，加4—5克試驗品用木棒攪之至融。然後將燒瓶放於水中繼續着攪至脂肪凝固為止。如試驗品為人造奶油，則脂肪即集聚成塊可以取出。奶油脂肪不能如此取出，但多少總被牛乳乳化去些。如試驗品為革新的奶油，當不攪時即集成一膜於牛乳頂上。

牛乳中之甲醛： 牛乳常用作嬰孩與兒童的主要食品，故牛乳用甲醛作防腐劑特別有害。甲醛是食品中最有害的防腐劑之一。假如牛乳變酸已久，應特別注意之。

由家中或商店中帶來一磅牛乳，加入兩三滴甲醛。瓶上註一籤條，放於一旁，記其變酸經過多長時間。

檢驗牛乳中的甲醛：取一試管注滿三分之一的牛乳。斜持試管，由管邊傾入少許已加一滴三氯化鐵之濃硫酸，牛乳即浮於酸上。假如有甲醛時，在酸與牛乳之接觸處即發生紫色。用此試驗，檢驗已加甲醛之牛乳。

補充實驗：食物的檢查與分析雖是很有趣，但需要一種特別的訓練與經驗。可是也有些易作的簡單試驗，學者應分參考這本小書：阿林著的實用化學概論 (By Lewis B. Allyn: Elementary Applied Chemistry)，與李西著的：食物檢查與分析 (By A.E. Leach, Food Inspection and Analysis)。

實 驗 66

硬水的處理

用具：二氧化碳發生器(實驗12)，大試管，試管與試管架，兩個小玻璃杯，漏斗，本生燈。

藥品：石灰水，大理石片，濃鹽酸，硫酸鈣溶液，硫酸鎂溶液，硼酸鈉溶液，濾紙，濃氫氧化鈉，草酸鈉溶液，氯化鈉溶液，磷酸二鈉溶液。

導言：因為兩種理由，硬水不適於工業與家庭之用。第一，如此水用在蒸氣鍋中，則沉積很重的硬殼名為鍋鏽，此物不僅難以傳熱，而且使蒸汽鍋之壽命縮短，且易出危險。第二，硬水不適於洗濯東西，因其與肥皂不易生成泡沫，水之硬性由於溶液中之礦物質而得。假如溶液中之礦物質大部是碳酸氫

鈣與碳酸鎂，此水則謂之暫時硬水。假如是硫酸鈣與硫酸鎂，則謂之永久硬水。在此試驗中將學習處理這兩種硬水的方法。

方法：a. **暫時硬水：**將10cc. 飽和石灰水加等體積的水沖稀，通入二氧化碳氣流於未飽和的石灰水，直至沉澱(CaCO_3)生成而再溶解為止。澄清液體即含碳酸氫鈣($\text{CaH}_2[\text{CO}_3]_2$)。此即謂之暫時硬水。寫兩個方程式，表明這些變化。

b. **暫時硬水的軟化：**加3cc 飽和石灰水於新製的5cc. 硬水中，搖之。沉澱爲何物？書其方程式。

由(a)中取5cc. 硬水煮幾分鐘，則酸性鹽(碳酸氫鹽)失去碳酸又變爲正鹽，將試管與內容物放於一旁沉定之。書其方程式。與加石灰水煮後所成碳酸鈣沉澱之量相比較。並解釋之。

c. **永久硬水：**倒10cc. 硫酸鈣溶液*於小玻璃杯中，倒10cc. 硫酸鎂於另一玻璃杯中，每杯加入5cc. 磷酸鈉溶液。(在附錄表中比較碳酸鈣與硫酸鈣的溶解度)。濾過各種溶液。各杯中之沉澱爲何物？書其方程式。

加5cc. 濃氫氧化銨與5cc. 草酸銨溶液於硫酸鈣之濾液中。如有鈣離子(Ca^{++})則生成草酸鹽之白色沉澱。

* 硫酸鈣溶液，應在使用時配製之。在水內加一小塊石膏搖之，靜止少時，並濾過之。

加 5cc 氯化銨溶液，5cc 濃氫氧化銨及 5cc 磷酸二鈉溶液於硫酸鎂之濾液中。如有鎂離子 (Mg^{++}) 即生成磷酸銨鎂之白色沉澱。

此試驗關於以碳酸鈣軟化永久硬水指出什麼來？

補充實驗： 以肥皂液檢驗暫時硬水與永久硬水以其生成之永久肥皂水之示數而定之。當其軟化後，再以肥皂液檢驗永久硬水。鈣肥皂的缺點為何？蒸氣鍋水內含鎂鹽為何特別有害？

實 驗 67

灰泥與三合土 (Mortar and Concrete)

用具： 石棉網，三足架，本生燈，蒸發皿，試管，兩寬口瓶(帶塞)。

藥品： 大理石碎片，生石灰塊，試驗紙，砂(潔淨的)，稀鹽酸，水泥。

導言： 灰泥是砂與濕的新鮮熟石灰混合而製成的。燒石灰石 ($CaCO_3$) 至紅熱而得石灰。水泥是硅酸鈣與鋁酸鈣的混合物，與水泥砂，碎石混合則變硬而成三合土，即日常建築房屋，修馬路與水閘所用的。水泥(水門汀)比三合土較硬，近年來用途頗廣。水泥在水中亦能變硬，故能用為建築水閘，橋樑，與其他相似的建築。此試驗將知道如何由石灰石製石灰，如何用作灰泥，更如何用水泥與砂作三合土。

方法： a. 製生石灰，放一小塊大理石於鐵絲網角上，熱15—20分鐘，其生成物即氧化鈣或生石灰 (CaO)，試與大理石比較之，並書其反應方程式。

b. 消石灰；倒少許沸水於蒸發皿內生石灰塊(約25克)上，每次倒少許的水至其粉碎，不要加水太多。注視生石灰塊，注意其變化(熱，體積，形狀)。最末得一平滑而厚黏的漿糊。以試紙試之，並書其反應方程式。

c. 混合三合土。將新製成的黏漿與50克砂混合之，如需水則再加水。將三合土之一部作成球，放於寬口瓶中，塞緊。將其餘三合土展放在板上，兩天後比較這兩種三合土，各以稀鹽酸試驗之。解釋其不同之點。寫出三合土變堅硬之方程式。

d. 波蘭水泥 (Portland cement)：取一匙水泥與兩倍細砂混合之。再慢慢加水使成糊狀。取此混合物之一部作成小球，放於寬口瓶中塞緊。將其餘的混合物倒在油板式箱上，各於兩天後檢驗之。如用作建築原料三合土比灰泥有什麼優點。

實 驗 68

氫氧化鋁——製法與用途

用具： 試管與試管架，寬口瓶。

藥品： 硫酸鋁，石灰水，黏土，洋紅或藍靛，稀氫氧化銨。

製法： 製約 5cc. 硫酸鋁 ($Al_2(SO_4)_3$) 溶液或同量的任何鋁鹽。加石灰水，直至沉澱生出。述其沉澱 $Al(OH)_3$ 的形狀。並書其方程式。

濾清泥水： 取一玻璃瓶裝滿三分之二的水，以少許研細的灰泥與水拌渾濁。倒入約 10cc. 硫酸鋁溶液混合之。然後再慢慢加 20cc. 石灰水勿攪動。放於一旁使下沉。在濁水中生成什麼沉澱？解釋灰泥的懸浮物怎樣能去掉。

媒染劑： 取約 5cc. 水倒入試管中。加洋紅或藍靛溶液使水變色。取等體積的硫酸鋁溶液加於氫氧化銨溶液則生氫氧化鋁之沉澱，搖動試管使內容物下沉。注意溶液顏色的變化。

註：染料的質點比灰泥的質點小。但氫氧化鋁能將牠聚攏起來。染布時氫氧化鋁常用作布與色質間的結合物(媒染劑)。

補充試驗： 染布時必先在稀鹽酸(約1%)中煮之以去膠；然後以含少許氫氧化銨水洗之。與酸中和，再於水中洗之。如此製幾塊白棉布。

取一塊布浸放碳酸鋁溶液中煮兩分鐘，然後將布擰乾，再放於亞氧化銨溶液中煮兩分鐘，再將布取出擰乾，以氫氧化鋁媒染之，

在蒸發皿中放約 5cc. 水及 5cc. 茜草色素漿，放一塊未媒染的布及一塊媒染過的布，煮十分鐘，在流水中洗之，更在玻璃片上使乾，各黏於筆記本中。

製硫酸鋁 ($Al_2[SO_4]_3$) 溶液與碳酸氫鈉 ($NaHCO_3$) 溶液，加少許蛋白於碳酸鹽溶液中，與礬溶液混合之，如滅火器試驗之。

實驗 69

矽之化合物

用具： 乳鉢與杵，鐵坩堝，泥三角，三足架，木生燈，漏斗，蒸發皿，石棉網。

藥品： 淨砂(矽石)，碳酸鈉(粉狀)，濾紙，稀鹽酸。

矽酸鈉： 將一克淨砂 (SiO_2) 與五六克乾碳酸鈉放於乳鉢內研磨混合之，將此混合物放於鐵坩堝中微熱之，直至氣泡發生停止，然後熱至完全溶化為止，將溶化的物質放冷，溶相當量於 25cc. 沸水中，濾過此混合物，去掉渣滓，蒸發此濾液至原體積三分之一，此溶液含矽酸鈉(或水玻璃)。

矽酸： 矽酸鈉溶液加稀鹽酸便成酸性，所生之膠狀沉澱即矽酸 (H_2SiO_3)，慢煮此酸性混合物，微熱以免濺出，直至有乾的白粉生成，熱至紅熱幾分鐘，然後放於一旁冷之。

由渣滓中提取出氯化鈉來，加 25cc. 水，煮沸幾分鐘。證明剩下何物。

熔化時生成何物？書其方程式。

加鹽酸時生成什麼？書其方程式。

幾乎燒至紅熱，目的何在？書其方程式。

補充實驗： 於玻璃杯中，放入 30cc. 水玻璃的商業溶液再加兩倍的水，混合之。將以下物質每種各取一小塊結晶投入此溶液中：硫酸銅，硫酸錳，硝酸鈷，硫酸鋅及硫酸低鐵。將此溶液靜置一夜。此名為化學家的花園。記載並解釋觀察出來的變化。

實 驗 70

硼砂球檢驗金屬法

用具： 白金(裝於玻璃棒)，本生燈。

藥品： 硼砂(粉狀)，硝酸鈷，二氧化錳，硫酸錳，硫酸低鐵，硝酸錳，未知物。

導言： 普通的硼砂是含水的四硼酸鈉($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)。熱時因結晶水蒸發硼砂即膨脹。繼續熔融則變為澄清透明的物體。各種金屬之氧化物對於硼砂球各有其特殊顏色。硼砂之作用如熔劑一樣，能溶解金屬氧化物。

製硼砂球： 熔融玻璃將白金絲之一端連玻璃管上。將白金絲另一端彎成一環，直徑約 3mm。在火焰上燒此白金絲。當其熱時速浸於硼砂粉末中。在火焰上燒之。少時硼砂即縮成

一透明的小球。此時再浸於硼砂粉中。重作之直至球與環等大為止。

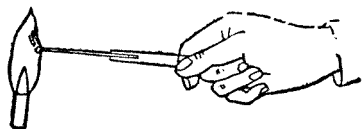


圖 95. 在外焰製硼砂球

檢驗金屬： 當硼砂球

仍熱時，將其觸於一小塊鉍化合物上如硝酸鉍。再在火焰外部（氧化焰）燒之（圖95.）直至

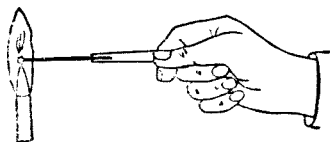
顏色均勻為止。假如球成黑色，即所用之鹽太多應重新試之。當熱時，浸於水中以去其球。將其特別的顏色記於表中。

金 屬	化合物的分子式	在氧化焰中球之顏色
鉍 其他		

以錳，鎳，鐵，與鎳的化合物重作此項試驗。但每次要用新球。研究這些金屬特別的顏色。

由教師要一未知鹽，以硼砂球法試驗之。

補充實驗： 以還原焰



（即燈心）（圖96）重作各種試驗。

注意球熱時與冷時顏色之差別。

圖96. 在內焰製硼砂球

實驗 71

亞鐵化合物

用具： 試管與試管架，本生燈，漏斗，小燒瓶及塞，三足架，石棉網。

藥品： 小鐵釘，稀鹽酸，濾紙，稀氫氧化鈉，黃血鹽溶液，紅血鹽溶液，硫氰酸鉀溶液。

導言： 鐵可成兩組化合物，兩價的亞鐵化合物與三價的鐵化合物。將亞鐵變成鐵的變化謂之還原。意即減少鐵之原子價。在此試驗中即學習如何製亞鐵化合物及如何檢驗之。試驗72中將學習如何將亞鐵變為鐵並如何作適當的試驗。

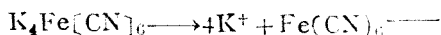
方法： a. 製二氯化鐵(亞鐵)，於試管中放一勾小鐵釘，加稀鹽酸使釘完全溶解。熱此酸使其激烈。證驗此放出來的液體說明其氣味，及不溶解的黑渣滓。

將液體濾於盛 50cc. 沸水之小燒瓶中，加幾個鐵釘，鬆塞其蓋。僅在傾去溶液時去其塞。注意溶液的顏色並書生成二氯化鐵 (FeCl_2) 之方程式。

b. 氫氧化亞鐵： 倒5cc. 二氯化鐵溶液於試管中，加稀氫氧化鈉，直加至搖後有鈉的氣味為止。沉澱為何物？書此反應方程式。

濾過，打開帶沉澱之濾紙，放於一旁乾之。當露佈於空氣中時，注意沉澱顏色之變化。

c. 試驗： 加1cc. 黃血鹽 ($K_4Fe[CN]_6$) 溶液於5cc. 二氯化鐵溶液中。注意白色沉澱立即變為藍色。假設黃血鹽如下電離，書其方程式。



於另一部份氯化鐵溶液中加紅血鹽 ($K_3Fe[CN]_6$) 注意發生的顏色。注意是有沉澱或只是有色的溶液。如測定其濃溶液之顏色。以水稀釋之。

於另一部份二氯化鐵溶液中。加硫氰化鉀 ($KSCN$) 溶液應得反面的結果。

述一亞鐵 (Fe^{++}) 鹽之特別檢驗法。

註： 保留其餘的二氯化鐵溶液於試驗72用之。

實 驗 72

鐵化合物

用具： 小燒瓶，三足架，石棉網，本生燈，一孔橡皮塞帶本生活門(圖97)試管與試管架。

藥品： 二氯化鐵溶液(試驗71剩餘者)，濃鹽酸，濃硝酸，濃氫氯化銨，黃血鹽，紅血鹽與硫氰化鉀溶液。

亞鐵變為鐵： 以少許濃鹽酸與濃硝酸煮試驗71剩下之二氯化鐵溶液兩分鐘。注意顏色的變化——這是鐵溶液的特性。硝酸是氧化劑。完成其方程式。

三氫氧化鐵： 加過量的氫氧化鈉於一部份三氯化鐵溶液中。如沉澱為綠色，則上之作用(氧化)不完全，應重作之。
 • 書生成三氫氧化鐵 ($\text{Fe}[\text{OH}]_3$) 的方程式。說明試驗71中所製二氫氧化鐵顏色的變化。

試驗： 用三氯化鐵溶液代替二氯化鐵重作試驗71 (c)中各項試驗。試述兩個檢驗鐵 (Fe^{++}) 鹽之特別方法。

鐵化合物的還原： 在小燒瓶(圖97.)中，將剩下的三氯化鐵溶液與幾滴濃鹽酸及幾個鐵釘一同煮之。保持其猛烈作用直至鐵化合物之特別顏色消滅為止。傾出此澄清溶液，急速檢查低鐵離子。完成下之方程式：

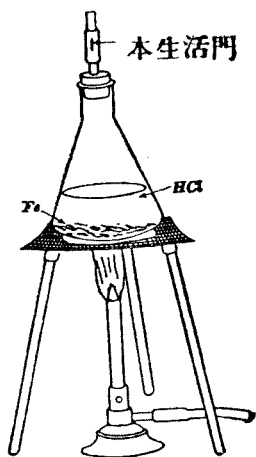
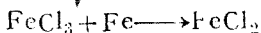


圖97.帶本生活門的燒瓶

提要： 下表所列藥品，對於亞鐵及鐵化合物所生之結果作一提要。

藥 品	低 鐵	高 鐵
氫氧化鈉		
黃血鹽		
紅血鹽		
硫氰酸鉀		

補充實驗： 試驗硫化氫與硫化銨對於三氯化鐵的作用。說明其結果。測定碳酸鈉溶液加於鐵鹽溶液中。發生什麼變化？

實 驗 73

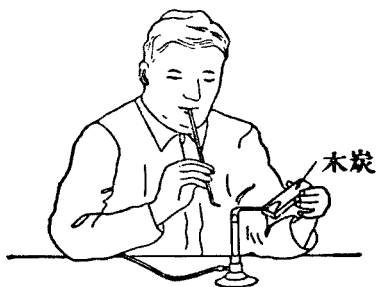
用硝酸鈷檢驗金屬法

用具： 鑷子，吹管，本生燈。

藥品： 炭塊或石膏塊，硫酸鋅，硝酸鈷溶液(5%)

硫酸鋁，碳酸鎂，未知物。

導言： 硝酸鈷($\text{Co}[\text{NO}_3]_2$) 常用於分析工作以檢驗金屬，因其與金屬氧化物化合而成有色化合物。鋁化合物在吹管火焰上燒之則變為氧化物。再與硝酸鈷燒之，則得藍色。此



時氧化物則成鋁酸鈷。同樣方法，鋅之化合物與硝酸鈷燒時，生成鈷與鋅的重氧化物。亦具有相似的颜色。

鋅： 用鑷子在尖炭塊

上錐一凹處，放少許鋅之化合物，如硫酸鋅，於凹處用吹管焰之尖端燒之(圖98)。記載冷後渣滓的颜色。

放一兩滴硝酸鈷溶液於渣滓上，再強燒之。冷後，記載留在木炭上物質的颜色。

鋁： 在炭塊上作新凹處，放進鋁之化合物，如硫酸鋁，重以鋅化合物作同樣試驗。記所得的特別顏色。

鎂： 用鎂之化合物如碳酸鎂或硫酸鎂，照(a)法試之。燒此物質至其發光亮。冷之用少許硝酸鈷溶液混此燒過的物質。再強燒之，冷後，小心的觀察其顏色。

未知物： 由教師處取些鋁，鋅，或鎂的化合物，以吹管焰與硝酸鈷溶液鑑定這些金屬。

補充實驗： 檢驗鋁最便利的是木炭試驗法。在氧化焰中燒一塊鉛，注意其結果。將氧化鉛與蘇打混合。在炭上以還原焰燒之。注意其所生金屬球。

實 驗 74

金屬的代化

用具： 試管與試管架。

藥品： 鋅五條(10×1cm)，沙紙，硫酸銅，硫酸鉛，硝酸銀，硝酸鋅，與硝酸低汞的溶液，稀硫酸鉛三條，銅四條。

鋅： 取五條鋅(10×1cm)各以沙紙磨之。在試管中各放5cc. 硝酸鉛，硫酸銅，硝酸銀，硝酸汞(Hg⁺)，與稀硫酸溶液。每管貼上紙條記所盛物質之分子式。並記明陽離子的符號。於每種溶液中，各放一鋅條，使鋅條的一端掛於管口上。(圖99.)5—10分鐘後，取出鋅條，立刻檢驗之。

記住極細小的金屬，磨光後外表各不相同。列你所得的結果如下：

金屬條	溶 液	沉 澱 物
鋅 其他	硝 酸 鉛	鉛

鉛： 取三條有光澤的鉛，在試管中各放 5cc. 硝酸銻 (Hg^+) 硝酸銀，與硫酸銅溶液。每管各如 (a) 貼一籤條，每種溶液中各放一鉛條。隨後檢驗之並以表記其結果。

銅： 同法取四銅條放於另一組試管內各盛硝酸鉛，硝酸銀，硝酸鋅，與硝酸銻 (Hg^+) 溶液。注意管中溶液顏色之變化，記載結果之正負。

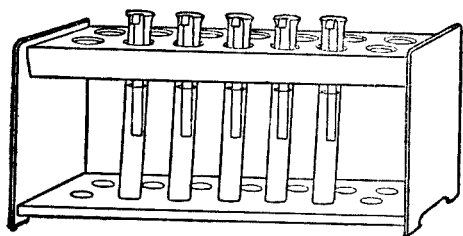


圖 99. 金屬條部分的浸於溶液中

如結果為正，寫出離子的方程式來；如得負結果時，解釋為什麼那樣。將結果與金屬代化次序表比較之。見勃柯

實用化學441 頁。

補充實驗： 研究稀硫酸對於局部已塗上其他金屬的鋅條。(a)及純鋅的作用，觀察出有何不同的作用？塗上其他金屬的金屬名為“偶”，“偶”的那一種金屬被酸侵蝕？活動性大的或小的電鍍的鐵與錫板是偶之一例。解釋為何塗錫之鐵，容易生銹。

實驗 75

錫的氯化物

用具： 試管，本生燈。

藥品： 錫，濃鹽酸，濃硝酸，二氯化銻溶液，三氯化鐵溶液。

導言： 從金屬代化表〔466節〕中錫之位置看來，我們知道錫與鹽酸能起反應，放出氫來。但錫能生成兩種氯化物——氯化亞錫(SnCl_2)，與氯化錫(SnCl_4)。氯化亞錫極易氧化為氯化錫。用適當的試藥，氯化錫亦能還原為氯化亞錫。反言之，此變化中所用之試藥其自身即被還原或氧化。將此兩化合物與試驗71及72中之亞鐵與鐵化合物比較之；錫之化合物在紡織工業中極其重要。

方法： a. 投一小塊金屬錫(約一克)於試管中，加5cc.濃鹽酸及5cc.水。熱此溶液保持猛烈的作用，直至錫完全溶化。發生的氣體是什麼？作用慢或快？

b. 欲鑑定製得之氯化錫加幾滴錫溶液於5cc.氯化銻(HgCl_2)溶液中，所成的白色沉澱是氯化亞銻(Hg_2Cl)。再加幾滴錫溶液微熱之，黑灰色的沉澱是金屬銻。此證明鹽酸對錫作用生錫之何種化合物。書其反應方程式。

c. 以3cc.水沖稀1cc.三氯化鐵(FeCl_3)一滴一滴的加進原來錫溶液，直至顏色變化為止。變成什麼顏色？回憶在稀溶液中鐵鹽是紅棕色的。亞鐵鹽是無色的。書其反應方程式。在錫化合物所生的是何種變化？

d. 加10滴濃硝酸於5cc. 原來錫溶液中，熱至沸騰。冷此溶液照(b)節以氫化銻溶液試驗之。對於氫化亞錫溶液發生什麼變化？空氣能使之發生變化嗎？如何保持氫化亞錫不生變化？

補充實驗： 取少許由(d)得來的錫溶液，加粒狀錫煮幾分鐘。再加氫化銻溶液與(b)中所得結果比較之。書其反應方程式。這是那種化學變化？

實驗 76

鉛 鹽

用具： 試管，本生燈。

藥品： 硝酸鉛溶液，碘化鉀或鉀溶液，硫化氫溶液，稀硝酸，稀鹽酸。

導言： 因為許多鉛鹽是不溶解的，又因其極易由溶液沉澱而製得，並有特別顏色。此點對於驗證鉛化合物頗有用，藉以熟悉其形狀。

方法： a. 於試管中以5cc. 水沖稀3cc. 硝酸鉛溶液。再加硫化氫溶液。述其沉澱之名及狀態。書其生成之反應方程式。加5cc. 稀硝酸，沉澱能溶於硝酸中否？

b. 以5cc. 水沖稀3cc. 硝酸鉛溶液，再加十滴稀鹽酸。述其沉澱之名並描述之。書其生成之反應方程式。熱此溶液，發生什麼變化？在流水中再冷之，又發生什麼變化？關於氫化鉛之溶解度得何結論？你製得的還有什麼別的不溶氫化物？如何區別這些氫化物？

c. 以 5 cc. 水沖稀 3cc. 硝酸鉛溶液，再加 3cc. 碘化鉍或鉀溶液。書其反應方程式。熱此溶液至沸。發生什麼變化？再冷之，指出碘化鉛有何性質？

d. 以 5cc. 水沖稀 3cc. 硝酸鉛溶液，再加十滴稀硫酸。述其沉澱之名並描述之。你製得的還有什麼其他的不溶硫酸鹽？

e. **提要：** 如何用此實驗來驗證溶液中鉛化合物。這些實驗那一個檢驗鉛最為靈敏？

補充實驗： 以重鉻酸鉀 ($K_2Cr_2O_7$) 溶液代替碘化鉍，重作(c)中試驗。述其沉澱之名並描述之。書其反應方程式。

檢驗以下物質(一個或多個)中之鉛，鈎錫，茶鉛，鉛字，黑鉛，礮彈，鉛筆之鉛。先將此物質，以熱稀硝酸溶之，然後過濾，再檢驗濾液中之鉛。

實 驗 77

銅之化合物

用具： 試管與試管架，小燒瓶，三足架，石棉網，本生燈。

藥品： 硫酸銅，氯化鈉，氯化銅與硫酸鈉的結晶，銅屑，濃鹽酸，氫氧化鈉溶液，試紙，黃血鹽溶液，濃氫氧化銨。

銅離子之色： 將少許硫酸銅，氯化銅，氯化鈉，與硫酸鈉結晶，分別溶於各試管內 15cc. 之水中。注意溶液的顏色。銅離子，硫酸鈉與氫離子各為何色？

亞銅化合物： 將一茶匙氯化銅溶於小燒瓶內15cc. 水中，加一茶匙銅屑與 5cc. 濃鹽酸，煮沸至無綠色為止。倒一半於100cc. 水中。亞銅離子爲何色？書出銅鹽被銅還原之方程式。

加氫氧化鈉溶液於其餘一半氯化亞銅溶液中，至其成強鹼性。注意沉澱之色，試其加熱之效應，書出這些變化的方程式。

銅化合物： 以試紙檢驗硫酸銅的溶液。以電離學說解釋其反應。（參考勃柯實用化學 286 節。）

加氫氧化鈉溶液於硫酸銅冷溶液中，至其發生沉澱。注意沉澱的顏色。

熱此混合物至不再發生變化爲止。寫出這些變化的方程式。

檢查銅離子： 加幾滴硫酸銅溶液於半滿水之試管中。再加黃血鹽溶液，沉澱即巖氫化銅 ($\text{Cu}_2\text{Fe}(\text{CN})_6$)。

檢查銅離子另一個特別試驗，即一滴一滴的加濃氫氧化銨於銅溶液中，直至不再發生變化。深藍色即錯銅氨離子 ($\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{++}$) 之色。

補充實驗： 找出硫酸銅怎樣可用作殺蟲藥(巴黎綠)，與殺菌劑(包氏混合物)。考查美國農業部出版的園藝和農業公報。

實 驗 73

攝影術中銀之化合物

用具： 試管與試管架，漏斗，淺盤。

藥品： 硝酸銀溶液，溴化鉀溶液，濾紙，照像顯影粉，硫代硫酸鈉(海波)溶液，氯化鉀溶液。

導言： 塗以膠之溴化銀的感光板或膠片，感光後，放於顯影液中。此溶液含各種碳化物由苯(Benzene)衍生而得者。如焦性沒食子酸，雞那皮醇，米多耳(顯影劑)其對於溴化銀之作用與像板上感光度之強弱成比例。溴化銀還原為金屬銀即成像。俟像顯的真切時，以水洗之。再放於硫代硫酸鈉(海波)液中。未與顯影液起變化之溴化銀即可溶去。直到板或片上不再有變化時，像即固定而成陰畫。

此試驗須在暗室或蒙黑紙之試管中作之。

方法： a. 光對於溴化銀的作用。加5cc. 硝酸銀溶液於5cc. 溴化鉀溶液中。述其沉澱並書其方程式。

倒少許沉澱於濾紙上，放於日光下，數分鐘後檢查之。

將剩在試管中的沉澱露佈於亮光處幾秒鐘，然後加5cc. 顯影液。俟作用繼續兩三分鐘後，試述沉澱中發生的變化。再加5cc. 海波飽和溶液搖盪之。加海波的效用是什麼？

b. **溴化銀不要見光**。加5cc. 硝酸銀溶液於5cc. 溴化鉀溶液中，完全不要使溴化銀見光。後加5cc. 顯影液，放於暗室中幾分鐘，結果如何？加5cc. 海波溶液(定影液)與(a)所得的結果比較之。

c. **印像**。倒少許硝酸銀溶液於淺盤中，浮上一塊大小適當的紙。將紙取出使乾。然後再將其浮於另一盛氯化銻溶液的表面上，再取出乾之。

以上操作必須在暗室中之行。放一不透光的花板於紙上，露佈於光中幾分鐘，在暗光處檢查；再將紙浸於顯影液中兩分鐘，洗滌之。再放海波溶液中十分鐘，好好洗過，乾之。登記於你的筆記本中。

補充實驗： 試找出照像顯影液內放碳酸銻之理由。再找出顯影液中加少許溴化鉀的理由來。於顯影液中放入亞硫酸是什麼作用？定影液中常含有羆與少許酸何故？

實 驗 79

分離銀銻與鉛

用具： 試管與試管架，漏斗，本生燈。

藥品： 硝酸銀，鉛，與銻(亞)溶液，濃稀鹽酸，濃稀硝酸，濃稀氫氧化銨，鉻酸鉀溶液，銅片，濾紙，試紙，未知溶液。

氯化銀： 加5cc. 硝酸銀 (AgNO_3) 溶液於等體積的水中。再一滴一滴的加稀鹽酸。每加一滴搖之，使沉澱下沉。直加至不再發生沉澱為止。此沉澱為何物？書其方程式。

俟沉澱沉下時，倒去液體。液體中含有什麼？加少許蒸溜水於沉澱上，搖之。俟沉澱下沉，再倒去其液體。於沸水中試溶氯化銀。氯化銀溶於熱水否？

將其餘的氯化銀分爲兩部，一部分加稀氫氧化鈉。氯化銀溶於氫氧化鈉否？另一部分氯化銀，放於日光下，稍候，檢查之。

氯化錫(亞)：加5cc.蒸溜水於5cc 硝酸錫(HgNO_3)溶液中，再一滴一滴的加稀鹽酸，至作用完全爲止。書其方程式。

以冷水洗其沉澱，再分爲兩部。氯化錫(亞)溶於熱水否？於另一部分沉澱中，加濃氫氧化鈉。你怎樣檢查可溶的亞錫鹽。

氯化鉛：以5cc.蒸溜水沖稀5cc.硝酸鉛($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$)，再一滴一滴的加稀鹽酸，至其沉澱完全。述其沉澱之名。書其方程式。以冷水洗其沉澱，再以蒸溜水煮沸之。氯化鉛溶於熱水否？

分溶液爲二部。一部加鉻酸鉀(K_2CrO_4)溶液，沉澱爲何物？書其方程式。檢查另一部分冷的溶液。你怎樣檢查可溶的鉛鹽？

分離法：於試管中製硝酸銀，硝酸鉛，與硝酸錫(亞)溶液的混合物。加稀鹽酸至其沉澱完全，過濾。以少許冷水洗此沉澱的氯化物。

欲分離鉛，以沸水洗滌沉澱，保留此洗液。那種氯化物不溶？檢驗濾液發現此化合物之存在。

其次即分離銀，以稀氫氧化銨洗剩在濾紙上的沉澱，保留此洗液。那一種氯化物溶解？那一種剩在濾紙上？於濾液加稍微過量的硝酸(以試紙試之)。述其沉澱之名。

最後證明剩在濾紙上的渣滓含銻。加少許王水(1cc. 濃鹽酸加0.5cc. 濃硝酸。)將濾液移於乾淨試管中，以5cc. 水沖稀此溶液。放進一小條有光澤的銅，幾分鐘後取出銅來，洗而擦之。解釋其結果。

未知物：由教師處索取含這些金屬(銀，銻與鉛)的溶液，分析之。報告正負的結果。

實 驗 80

銀幣的分析

測定角幣中銀之百分率

用具： 玻杯兩個，三足架，石棉網，本生燈，攪棒，漏斗，洗瓶，牛角盤天平與砝碼，環架。

藥品： 角幣，濃硝酸，稀鹽酸，濾紙。

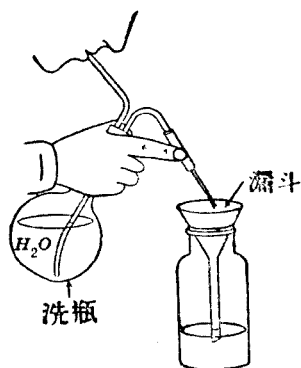
導言： 將銀幣溶於硝酸中，金屬(銀與銅)即變為硝酸鹽。加稀鹽酸使銀沉澱為氯化銀，濾出，乾後稱之。由氯化銀之重，可計算出銀幣中銀之重量及其百分率。

方法： 將一角的乾淨銀幣稱至百分之一克 (0.01g)

• 放於小玻璃杯中，倒入20cc. 硝酸 (以等體積的水沖稀之)，猛烈反應過後，微熱此溶液必要時再加酸以溶解金屬 (如金屬未完全溶解) • 然後加20cc. 蒸溜水沖稀此溶液 •

慢慢加鹽酸於金屬硝酸鹽溶液中，直至沉澱完全使溶液保持溫熱，猛攪之直到沉澱立刻沉下，溶液十分清晰。如證明沉澱已完全否則另加一滴鹽酸。怎樣就證明沉澱完全。

放稱過的濾紙於漏斗時，沿玻璃棒傾出澄清液體使通過濾紙將沉澱全倒於漏斗上。欲取出最後的微質點用一玻璃棒及洗瓶之水流沖洗之。再以洗瓶(圖100.)洗幾次，放在一



旁，令其於濾紙上乾燥。最好將沉澱放於乾燥箱上，不致燒及濾紙亦得完全乾燥。

得出生成的氯化銀之重。由此與其近似元子量(前面之表)，計算一角銀幣中銀之重。最後計算銀幣中銀之百分率。將你所有的計算，根據，及結果列表寫出。

補充實驗： 測定銀幣中銅之百分率，保留從氯化銀中得出的濾液與洗液。熱此液體近於沸點，攪之慢加氫氧化鈉澄清溶液，至沉澱完全。此液體以試紙驗之得鹼性反應為止。最初生成氫氧化銅，灰藍色膠狀沉澱，但很快即變棕色，生成氧化銅。

使液體沸騰保持三分鐘，然後將沉澱移於濾紙上，使濾紙

與沉澱乾燥。在已知重的坩堝中燒此濾紙，大部的氧化物即被濾紙的碳還原。以一兩滴濃硝酸濕此渣滓。初微熱坩堝，其後漸加強熱，硝酸銅即變為氧化銅。冷後稱之。由此氧化銅的重量，計算銀幣中銅之百分率。

實 驗 81

染 色

用具： 玻杯，攪棒。

藥品： 苦味酸與蘇木的濃溶液，棉布條(1"×2")，毛紗碳酸鈉溶液(2%)。

導言： 現在所用的染料幾乎全是由煤焦油製得的複雜有機物。許多染料能溶於水。將布放於顏色很深的溶液中，染料即與布結合。絲與毛極易這樣着色，但有許多顏色物質，如用作染料僅能與金屬氫氧化物聯合用之。此金屬氫氧化物即謂之媒染劑。如在染料中氫氧化物沉澱在布上，色質即與纖維密和。有此染料用不同的媒染劑可得各種不同的顏色。在布上染一種染料的樣子。

方法： a. 直接染色。取一玻杯半盛苦味酸濃溶液，放入一小塊白棉布與幾條白毛線。煮五分鐘，使布完全浸

在染料中，取出棉布與毛線，以水洗滌之。試比較其結果，那一種不退色？

以蘇木溶液代替苦味酸重作此項試驗。

b. **媒染劑染色：** 媒染棉布，須先將其浸於硫酸鉛溶液中，取出擠出剩餘的液體，再浸於氫氧化鉍溶液中，取出再擠出剩餘的液體。什麼化合物與布結合為一體？書其反應方程式。

在蘇木溶液中將定色的布煮五分鐘。洗後乾之。試比較在蘇木溶液中媒染的布與未媒染的布之顏色。

當棉布與毛線乾後，貼於筆記本中，並註其名。

補充實驗： 有些染料雖不以媒染法染棉亦不退色。剛果紅即是此類的染料。作一種溶液，溶 2g 碳酸鈉，10g. 硫酸鈉，及 0.2g. 剛果紅於 100cc. 水中。將此溶液煮沸，浸入一塊未媒染的棉布條，繼續煮五分鐘，取出洗之看其是否褪色。

*欲去布上之雜質，放幾條於玻璃杯內，以碳酸鈉溶液(20% 溶液)蓋之。煮五分鐘，取出布條，並以水洗之。

實驗 82

油漆

用具： 試管，漏斗，濾紙，本生燈。

藥品： 碘化鉀，二氯化錳，鉻酸鉀(飽和的)，醋酸鉛(飽和的)，三氯化鐵(25%)，及氫氧化銨的溶液，木片，亞麻子油，松節油，吸收棉。

導言： 油漆是由顏料，和顏料之物，與乾燥物之混合物。顏料是細碎不溶解的粉面。照其濃色遮蓋力，乾性，耐久性，與顏色深淺的美觀而定其價值。和顏料之物是一種流動體(如亞麻子油一樣)。對於顏料之作用如同搬運者一般。露佈於空氣中，即氧化而生硬膠表面。乾燥物增加漆之乾性。油漆之乾因為氧化，水色，火棉，油漆，酒精，酒漆之乾，乃因其成分之蒸發所致。在此試驗中將製造幾種典型的顏料。

方法： a. **光亮朱紅** (Brilliant scarlet)：製半試管碘化鉀溶液，再加二氯化錳溶液，濾過，洗後乾燥此沉澱。述此生成物之名及色。並書其反應方程式。

b. **鉻黃**：裝半試管鉻酸鉀濃溶液，再加醋酸鉛溶液，搖之濾過，洗後乾燥此沉澱。述此生成物之名及色。並書其反應方程式。

c. **普魯士藍**：取一試管倒入三分之一之氯化鐵溶液，再加等體積的黃血鹽，濾過，洗後乾燥此沉澱。注意沉澱之色。述其化學的名稱。

d. 鉻橙：照(l)法製第二份鉻酸鉛，傾去液體，加5cc.

氫氧化鈉溶液於沉澱上。將此混合物微熱一分鐘，直至沉澱變成橘紅色為止。此顏料含組成不定之鹼性鉛鉻酸鹽。其組成依作用進行時間之長短而變。濾過洗後乾燥此沉澱。記其顏色。

e. 卜氏綠 (Brunswick green) · 此種顏料由混合不同比例數的硫酸鋇($BaSO_4$)，普魯士藍，與酞黃而製得的。其深淺的程序，由淺綠黃變到深藍綠，皆可製之。於乾淨濾紙上，取少許酞黃與等量的普魯士藍混合之。記載合成顏料的顏色。

f. 將幾滴亞麻仁油加於剩在濾紙之各種渣滓上，以乾淨的木片混攪之。加一兩滴松節油使成堅固的漆。用乾淨的吸收棉將所製的各種漆在筆記本中塗成一小方塊(每邊一吋)註出各方的顏料名稱。

實 驗 83

錳之化合物

用具： 試管，鐵坩堝。

藥品： 固體氫氧化鉀，氯酸鉀，二氧化錳，過錳酸鉀，硫酸亞鐵的結晶，硫化鉍，氫氧化鈉，氯化錳溶液，硫酸。

導言： 由氯酸鉀製氧時，我們已經用過以二氧化錳作觸媒(試驗5)。由鹽酸製氯亦曾用他作氧化劑。在此最後反應中，我們知道錳的原子價由二氧化錳(MnO_2)中四價的錳變成氯化錳($MnCl_2$)中的二價錳，因其原子價不同(2, 3, 4, 6, 或7)，

有時成爲鹼性元素，有時成爲酸性元素，在此試驗中將得知錳的幾種重要化合物的性質。

方法： a. 過錳酸鉀 (KMnO_4)。觀察此化合物之顏色與結晶形狀，溶解0.1g過錳酸鉀於滿四分之一之水的試管中；溶液爲何色？欲示明其作用爲氧化劑，溶一小塊硫酸亞鐵結晶於水中，加兩滴硫酸，再加一滴過錳酸鹽溶液。硫酸亞鐵即變爲硫酸鐵。如何證明之檢驗之。在此試驗中過錳酸鹽已全變化，有何明證？

b. 亞錳鹽：取兩個試管，每管各倒入5cc. 二氧化錳溶液。第一管中加硫化銨 ($(\text{NH}_4)_2\text{S}$)。生成物是否爲硫化物？書其方程式。第二管中加氫氧化鈉溶液。注意沉澱的顏色。書其方程式。

c. 錳化合物之檢驗：於鐵坩堝中燒5g氫氧化鉀與25g. 氯酸鉀的混合物，小心熱之直至混合物熔融去火。以鐵絲攪之，慢慢加5g二氧化錳粉末，以小火焰燒之，並時常攪拌。直至氣泡停止。蓋上坩堝再燒五分鐘，冷後以少許冷水處理之；倒去澄清的液體，溶液爲何色？此色是錳離子的特色。

d. 在這些試驗中發現過錳酸鹽有什麼特性？錳酸鹽？
亞錳鹽？

實驗 84

鉻之化合物

用具： 試管。

藥品： 重鉻酸鉀，氫氧化鉀溶液(10%)，稀硝酸，稀硫酸，氫氧化鈉，硫酸鉛，氯化鋇，鉻酸鉀溶液，硫酸鉻，硫化鉍。

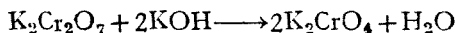
導言： 同錳一樣，鉻也是一種有數種不同原子價的元素，或為成鹼性元素或為成酸性元素。亞鉻與鉻化合物類似亞鐵與鐵化合物。但鉻化合物比較重要，如成酸元素。鉻鹽類似硫酸鹽，例如 K_2CrO_4 與 K_2SO_4 。重鉻酸鉀($K_2Cr_2O_7$)是製鉻化合物之出發點。鉻酸鹽與重鉻酸鹽之公式如下面寫法可助研究：

鉻酸鉀， $K_2O : CrO_3 = 1 : 1$

重鉻酸鉀， $K_2O : 2CrO_3 = 1 : 2$

重鉻酸鹽與硫酸之混合物為最有力的氧化劑。在實驗室中作清潔玻璃器皿之用。

方法： a. **重鉻酸鹽變為鉻酸鹽**：溶約5g重鉻酸鉀於25cc. 水中。注意其顏色。此色即重鉻酸根離子之特色。慢慢倒此重鉻酸鹽溶液於氫氧化鉍溶液中攪之，直至合成的液體，為純黃色。此顏色變遷之化學變化可以下方程式表之：



記鉻酸根離子之特殊顏色。

b. **鉻酸鹽變重鉻酸鹽**：於新製的鉻酸鉀溶液中，

加稀硝酸直至其顏色變化，即表示化學變化完全。書此化學反應方程式。以硫酸代替硝酸重作此項試驗。

c. 不溶解的鉻酸鹽：加硝酸鉛溶液及氯化鋇溶液於兩部分稀鉻酸鉀溶液中。述其沉澱之形狀。書其方程式。以重鉻酸鉀溶液重作此項試驗。比較其沉澱。

d. 鉻之鹽類：溶約 1g 硫酸鉻於 25cc. 水中。溶液中有何種離子？一部分溶液加氫氧化鈉，最初少加，後來多加。描述其沉澱與變化。於另一部硫酸鉻溶液中加硫化銨，濾出沉澱，洗之至無色，然後決定其是否為硫化物。將你所作的與所得的，詳細述之。

實 驗 85

單簡化合物的驗證 (Identification)

用具： 試管，本生燈，白金絲，木炭塊，錫玻璃。

藥品： 硝酸銀，氯化鋇，硝酸鈷，與硫酸亞鐵溶液，稀鹽酸與稀硝酸，濃硫酸，硼砂，未知物。

導言： 最有趣最實用的一部分化學是定性分析。以此方法可決定物質中所含的元素。此部分化學已有長足的進展，幾乎成爲一種特殊的學術，獨有的科學。在此試驗將溫習許多金屬與酸的檢驗法。發給少量的試驗原料，其組成是不知道的。作每個試驗僅用一小部分藥品，來徵驗你的結果。將所有的檢驗方法及結果列爲簡表。無論結果的正負均記錄之。

方法： a. 假如藥品是固體，最好先作（1）乾淨

白金絲火焰試驗，（2）硝酸銻試驗；與（3）硼砂球試驗作為預試。

b. 在硬玻璃管中強熱所試之物質。試管中之水即結晶水；發黑表示含有機化合物。無色氣體表示含碳酸鹽。銻化合物，或亞硫酸鹽。棕色煙表示含硝酸鹽，亞硝酸鹽，或溴化物。紫煙表示含碘化物。昇華表示含銻或銻化合物。

c. 加稀鹽酸：發無色氣泡即表示含碳酸鹽，亞硫酸鹽，或硫化物。棕色表示含亞硝酸鹽。

d. 加濃硫酸：發無色氣體表示含氯化物，硫化物，亞硫酸鹽，碳酸鹽，或醋酸鹽。棕色煙表示含溴化物。硝酸鹽，或亞硝酸鹽。紫色煙表示含碘化物。

e. 假如未知物全部或一部能溶於水，試此水溶液。檢查氯化物，硫酸鹽，及硝酸鹽。

f. 加鹽酸：沉澱表示含銀，亞銻，或鉛。實驗 79 已經試過。

g. 通硫化氫：將液體變為酸性，然後通硫化氫氣泡。黃色沉澱表示含鎳或錫。黑色沉澱表示含銅，銻。棕色沉澱表示含亞錫。

h. 煮沸此溶液，並加氫氧化銨變成鹼性。再加硫化銹。黑沉澱表示含鐵，鈷或錳。白沉澱表示含鋅或鋁。淺紅色沉澱表示含錳。

i. 煮沸此溶液，加氫化銨再加碳酸銨溶液。白色沉澱表示含鋁，錒，或鈣。以火焰試驗試之。

j. 以上的金屬去掉或證明其不存在以後，溶液中仍含鎂，鈉，鉀與銨。加磷酸鈉(Na_2HPO_4)於溶液中。白色結晶沉澱表示含鎂。鈉和鉀極易用火焰試驗檢出。銨之化合物，與氫氧化鈉熱時發出氨的氣味。當證明以上金屬時，最好查看其化合物之特性並作一證實試驗*。不要忘記你的未知物(unknown)的號數。說明其中都含何物，如何決定，理由如何？

* 關於此點最好多查看其他的教科書如 Noyes 的定性分析。

附 錄

水蒸氣的壓力

(以水銀柱耗數(mm)表之)

溫 度	壓 力	溫 度	壓 力	溫 度	壓 力
0°C	4.6mm.	11°C.	9.8mm.	22°C.	19.8mm.
1°	4.9	12°	10.5	23°	21.0
2°	5.3	13°	11.2	24°	22.3
3°	5.7	14°	12.0	25°	23.7
4°	6.1	15°	12.8	26°	25.1
5°	6.5	16°	13.6	27°	26.7
6°	7.0	17°	14.5	28°	28.3
7°	7.5	18°	15.5	29°	29.9
8°	8.0	19°	16.5	30°	31.7
9°	8.6	20°	17.5	50°	92.3
10°	9.2	21°	18.6	100°	760.0

重要氣體的密度

(標準情形時一公升之重)

乙炔(C ₂ H ₂)	1.16	克
空氣	1.29	克
氨(NH ₃)	0.77	克
二氧化碳(CO ₂)	1.98	克
一氧化碳(CO)	1.25	克
氯(Cl ₂)	3.17	克
氦(He)	0.18	克
氫(H ₂)	0.09	克
氯化氫(HCl)	1.64	克
硫化氫(H ₂ S)	1.54	克
甲烷(CH ₄)	0.72	克
氧化氮(NO)	1.34	克
氮(N ₂)	1.25	克
氧化二氮(N ₂ O)	1.98	克
氧(O ₂)	1.43	克
二氧化硫(SO ₂)	2.93	克

法國制

近幾百年來世界上許多文明國家除去英美外都採用萬國度量通制。即在英國美國許多科學工作上亦採用萬國度量通制。此制中，重量與長度的單位，與我們的幣制一樣都是十進位的。

幾種重要的長度單位：——長度的單位是呎等於39.37吋。

一米尺(m) = 100 釐(cm)。

一釐(cm) = 10 耗(mm)。

一公里(km.) = 1000 米尺(m)。

2.54 釐 = 一吋

化學家應熟悉釐與耗之單位。大氣壓力以760耗或76釐或30吋記之。

體積或容積的單位：實驗室中所用體積的單位是每邊一釐之立方體。謂之一立方釐(cc.)

* 一公升(l.) = 1000 立方釐(cc.)。

一公升 = 1.06 磅。

故500立方釐的燒瓶可盛半公升或一水磅(16 盎水)。

重量的單位：重量的單位是克(g)，約當一立方釐水之重。

* 一克(g) = 1000 公毫(mg)

一克 = 100 公厘(cg.)

一公斤 = 1000 克

一公斤 = 2.2 磅

一盎 = 28.35 克

化學家常用克及其小數作單位。故坩堝可重12.53克。每個化學家必須十分熟悉釐，立方釐，與克。

* 克亦可譯作公分。

溶 解 度 表

S. 溶於水 • P. 稍溶於水 •

I. 不溶於水 • Ia. 不溶於水與稀酸中 •

	醋 酸 鹽	溴 化 物	磷 酸 鹽	氮 化 物	氫 氧 化 物	碘 化 物	硝 酸 鹽	氧 化 物	磷 酸 鹽	硫 酸 鹽	硫 化 物
鉀.....	S	S	—	S	I	S	S	I	I	S	—
鈹.....	S	S	S	S	S	S	S	—	S	S	S
鉍.....	S	S	I	S	P	S	S	—	I	Ia	S
鈣.....	S	S	I	S	P	S	S	—	I	P	P
銅.....	S	S	I	S	I	S	S	I	I	S	Ia
亞鐵(Fe ⁺⁺)	S	S	I	S	I	S	S	I	I	S	I
鐵(Fe ⁺⁺⁺)	—	S	—	S	I	—	S	I	I	S	—
鉛.....	S	P	I	P	I	I	S	I	I	Ia	Ia
鎂.....	S	S	I	S	I	S	S	I	I	S	I
錳.....	S	S	I	S	I	S	S	I	P	S	I
銻(Hg ⁺)	P	I	I	I	—	I	S	I	I	P	Ia
銻(Hg ⁺⁺)	S	S	I	S	I	I	S	I	I	S	Ia
鏷.....	S	S	I	S	I	S	S	I	I	S	I
鉀.....	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
銀.....	S	Ia	I	Ia	—	Ia	S	I	I	P	Ia
鈉.....	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
錫(Sn ⁺⁺)	S	S	—	S	I	S	—	I	I	S	Ia
錫(Sn ⁺⁺⁺)	S	S	—	S	I	S	—	I	I	—	Ia
鋅.....	S	S	I	S	I	S	S	I	I	S	I

溶解度的規則

(例外者必很稀少且不重要)

1. 鈉，鉀，銨的化合物都溶於水。
2. 硝酸鹽，氯酸鹽，醋酸鹽，都溶於水。
3. 除去銀，銻(Hg^+)，鉛(稍溶於水)的氯化物外，其他氯化物都溶於水。
4. 除去鋇，鉛，鈣(稍溶於水)的硫酸鹽外，其他硫酸鹽皆溶於水。硫酸銀與硫酸銻(Hg^+)稍溶於水。
5. 除去鈉，鉀，銨的碳酸鹽外，其他碳酸鹽皆不溶於水。
6. 除去銨，鈉，鉀，鋇(氫氧化鈣稍溶於水)的氧化物與氫氧化物外，其他的氧化物與氫氧化物都不溶於水。

實驗與實用化學章數對照表

阿拉伯數字表勃柯實用化學實驗的號數。
羅馬字表勃柯實用化學的章數。

實 驗	章 數	實 驗	章 數
1, 2	I	38, 39, 40	XXI
3, 4	II	41	XXII
5, 6	III	42, 43	XXIII
7, 8, 9	IV	44, 45, 46, 47	XXIV
10, 11	V	48, 49, 50, 51	XXV, XXVI
12, 13	VI	52, 53	XXVII
14, 15	VII	54, 55, 56, 57	XXVIII
16	VIII, IX	58, 59	XXIX
17	X, XI	60, 61, 62, 63	XXX
18, 19, 20	XII	64, 65	XXXI
21, 22	XIII	66, 67	XXXII
23, 24	XIV	68, 69, 70	XXXIII, XXXIV
25, 26	XV	71, 72	XXXV
27, 28	XVI	73, 74, 75, 76	XXXVI
29, 30, 31, 32, 33	XVII	77, 78, 79, 80	XXXVII
34	XVIII	81, 82	XXXVIII
35	XIX	83, 84	XXXIX
36, 37	XX	85	

實驗用品

儀器——單人的：

牛角盤天平*橫樑長7½"感度至0.01g.

玻杯：(3) 100cc., 250cc., 400cc.

黃銅吹管長8".

細頸瓶(1000cc.)

寬口瓶(4), 250cc.

試管刷。

本生燈。

試管夾。

小鐵夾(2)為夾滴管及試管等用。

帶蓋坩堝，#0。

帶蓋鐵坩堝，50cc.

結晶皿(直徑3").

蒸發皿#1.

錫或鐵沙盤。

滴管。

三角錘，5".

濾紙(25)直徑10cm.

支管瓶，250cc.

錐瓶，150cc. 帶一孔橡皮塞。

錐瓶，250cc.

平底燒瓶，500cc.

銅鑷子，夾砒碼用。

鐵鑷，3".

漏斗，60°，2½".

石棉鐵絲網。

量筒，100cc.

磁乳鉢帶杵，約7·5cm.

淺玻璃盤，1"厚。

簧夾。

玻片(4)3"×3"

白金絲，#28，2"

試管架。

藥品瓶(H₂SO₄, HCl, HNO₃, NH₄OH) 4盞，玻璃塞。

玻璃攪棒(2)，15cm長，直徑5mm.

*有些教師許用較好的天平(圖10)。帶碼璃平面與碼璃刀邊，放於玻璃箱內，兩個天平輪流使用。可供10學生之用。

海綿。

匙子，突燃匙，小盤1cm。

環架，帶3環。

一孔橡皮塞：(2) 為試管用；(1) 為燒管用；(2) 為燃燒管用，(1) 塞於250cc. 燒瓶上。兩孔橡皮塞；(1) 為500cc. 燒瓶用，(2) 為寬口瓶用，(1) 為大試管用，(2) 為250cc. 燒瓶用。

泥三角，用於坩堝的。

鐵三足架。

水槽。

氯化鈣直管，球部6"帶一孔橡皮塞。

燃燒管，長20cm. 內直徑15mm.

燒管6"× $\frac{3}{8}$ "，(Pyrex試管)帶一孔橡皮塞。

試管(12)，6"× $\frac{3}{8}$ "(軟玻璃)

試管(軟玻璃)8"×1"。

刻度試管25cc.

安全漏斗，頸25cm×6mm.

玻管(1磅)外直徑 $\frac{3}{16}$ "與 $\frac{1}{4}$ "。

橡皮管，直徑2"， $\frac{1}{4}$ "。

橡皮管直徑2"， $\frac{1}{8}$ "。

橡皮管直徑6"， $\frac{3}{16}$ "。

鍍玻璃(3)直徑2 $\frac{1}{2}$ "

砝碼*50g到0.01g小砝碼，裝於木匣中。

儀器——普通的(為10個學生用)。

註：此表包括補充試驗所用的儀器。

2個台形天平，帶有砝碼(0—10克)帶砝碼1g到500g.

1個水銀氣壓表。

2個蓄電瓶(4"×5")

1磅小玻璃珠。

噴燈一個。

吹風器，電動機旋轉，或用足。

酸瓶兩個約2 $\frac{1}{2}$ 公升。

量管四個，50cc. 刻度到0.1cc.，帶器具。

乾電瓶六個。

2包火柴，10塊加厚鉛玻璃，"2×2"

5個冷却器，李氏，或螺旋形，15"。

5個環架之夾，6呎橡皮管($\frac{1}{4}$ ")聯冷却器用。

5個霍夫曼螺旋夾。

*參看前頁"天平"註脚。

- 5個導電器(圖70.)。
- 1組穿孔器(6個一組)與一通穿孔器之鐵棍。
- 100個木塞(井7, 8, 9, 10, 12.)。
- 5個坩堝, 4"深。
- 1個量筒250cc.
- 1個量筒500cc.
- 5個電解器(圖27.)。
- 2個圓錐。
- 1架滅火機。
- 1架切玻璃器。
- 1個浮秤。
- 1打水磅的葉瓶。
- 1個kipp的氣體發生器。
- 2個放大鏡。
- 1個複顯微鏡(接目鏡1", 接物鏡 $\frac{3}{8}$ "及 $\frac{1}{8}$ ")。
- 1個乾燥箱。
- 5個深沙盤。
- 5個10cc的吸管。
- 5塊玻片(4"×4")。
- 1把鉗子。
- 1打30cm³木米尺。
- 5張沙紙片井1。
- 剪子一付, 切邊用。
- 1包蠟燭。
- 1打鐵鍍錫匙。
- 5個寒暑表-10°到100°C。
- 5磅軟玻璃管, 外徑由 $\frac{1}{4}$ "到 $\frac{1}{2}$ "。
- 5個銅水浴, 5"。
- 水蒸鍋一個(勃柯化學35圖)

藥品:(補充實驗所用除外)(十個學生用)

- 1磅醋酸(30%)純的。
- 1磅蟻酸(50%)
- 12磅鹽酸(比重1.19)純的。
- 7磅硝酸(比重1.42)純的。
- 8盅草酸結晶, 純的。
- 18磅硫酸(比重1.84), 純的。
- 1加侖變性酒精。
- 2磅普通酒精(95%)。
- 1磅礬(硫酸鉀和鋇)。

- 8盎硫酸鋇結晶。
- 1磅氯化鋇，純的
- 1盎鉍酸鋇結晶，純的
- 10磅氫氧化鋇(比重0.90)，純的
- 8盎硝酸鋇結晶，純的
- 2盎草酸鋇結晶，純的
- 1磅硫化鋇溶液
- 1盎錳粒
- 3平方呎石棉紙(厚 $\frac{1}{32}$)。
- 8盎氯化鋇結晶，純的
- 1磅漂白粉。
- 1磅骨灰。
- 1磅礪砂粉。
- 1盎溴。
- 1盎硝酸鎘，純的
- 1磅碳化鈣。
- 5磅碳酸鈣(大理石)。
- 1磅碳酸鈣(沉澱的粉筆)。
- 8盎氯化鈣結晶，純的
- 2磅氯化鋅(熔過粒狀的)。
- 2磅氧化鈣(生石灰)在錫盒中。
- 1磅硫酸鈣(石膏)。
- 5磅硫酸鈣(巴黎石膏)。
- 2磅二硫化碳(商業的)。
- 1磅四氯化碳(商業的)。
- 1塊木炭爲吹管用。
- 4盎木炭粉。
- 4盎純乾硫酸鎘。
- 1盎氯化鈷，純的
- 1盎硝酸鈷，純的
- 1盎洋紅。
- 32平方吋銅絲網，(80孔)
- 8盎銅片，($\frac{1}{32}$ 厚)
- 2磅銅捲，乾淨，細的。
- 1磅銅絲#18。
- 1磅銅絲#24。
- 1磅銅絲#30。
- 1磅氯化銅，純的
- 1磅氧化銅(粉狀)，純的

- 8 盎氧化銅(絲狀)。
- 4 盎無水硫酸銅，純的
- 1 磅結晶硫酸銅，純的
- 4 盎吸收棉。
- 1 磅硫酸醚。
- 1 包非氏 (Fehling) 溶液藥餅。
- 1 磅甲醛(37%)。
- 10 克玫瑰色精。
- 4 盎膠。
- 1 盎玻璃碎塊。
- 1 磅葡萄糖。
- 8 盎白甘油。
- 1 磅過氧化氫。
- 1 盎碘。
- 4 盎氯化鐵，純的
- 1 磅細純鐵屑。
- 1 磅硫酸亞鐵結晶。
- 1 磅桿狀硫化亞鐵(製 H_2S 用)。
- 1 包糖餅。
- 1 磅三合土。
- 1 磅鉛片。
- 8 盎鉛粉。
- 4 盎醋酸鉛結晶，純的
- 8 盎碳酸鉛，(白鉛)
- 1 磅硝酸鉛，純的。
- 1 磅氧化鉛。
- 1 盎氯化鋰，純的。
- 100 條試紙，藍色的
- 100 條試紙，紅的
- 1 盎石蕊。
- 4 盎蘇木。
- 1 盎鎂條。
- 8 盎磷酸鎂(粉狀)。
- 4 盎氧化鎂。
- 1 磅硫酸鎂結晶。
- 2 磅二氧化錳(粒狀)不含磷者。
- 4 盎二氧化錳(粉狀)純的。
- 8 盎氯化鈾。
- 8 盎氧化鈾，紅色。

- 4盎純硝酸銻。
- 4盎銻，蒸過的。
- 10克甲烷橙。
- 1磅糖漿，上品的。
- 4盎硫酸銻。
- 1磅橄欖油。
- 8盎羊皮紙。
- 4盎酚酞溶液。
- 1盎紅磷(不定形的)。
- 4盎白磷(桿狀的)。
- 4盎苦味酸。
- 4盎酒石酸氫鉀。
- 4盎溴化鉀純的。
- 4盎碘酸鉀結晶，純的。
- 1磅氫酸鉀結晶，純的。
- 4盎氯化鉀純的。
- 4盎鉻酸鉀結晶，純的。
- 8盎重鉻酸鉀結晶。
- 8盎紅血鹽結晶。
- 4盎黃血鹽結晶，純的。
- 1磅氫氧化鉀，桿狀的。
- 4盎碘化鉀結晶，純的。
- 1磅硝酸鉀結晶，純的。
- 4盎草酸鉀。
- 4盎過錳酸鉀，純的。
- 8盎酒石酸鉀鉍。
- 1盎硫氰酸鉀，純的。
- 5磅砂子。
- 4盎硝酸銀結晶，純的。
- 1磅蘇打石灰(粒狀)。
- 4盎鈉(金屬的)。
- 1磅無水醋酸鈉(粉狀)。
- 1磅碳酸氫鈉(焙粉)。
- 1磅亞硫酸氫鈉，乾而純的。
- 1磅碳酸鈉結晶(洗濯蘇打)。
- 8盎碳酸鈉(純乾)。
- 5磅食鹽(氯化鈉)。
- 2磅氫氧化鈉(桿狀)。
- 1磅硝酸鈉結晶，純的。

- 8盎過氧化鈉(粉狀)。
- 8盎磷酸鈉(二鈉)結晶，純的。
- 1磅純矽酸鈉溶液(水玻璃)純的。
- 1磅硫酸鈉結晶。
- 2磅硫代硫酸鈉。
- 1磅穀類的澱粉。
- 1磅山藥(土豆)澱粉。
- 8盎鋼毛。
- 4盎氯化鋇，純的。
- 2磅沙糖。
- 2磅圓棒硫。
- 8盎錫(粒狀)。
- 1水磅松節油。
- 2磅鋅(粒狀)。
- 1磅鋅片。
- 8盎結晶硫酸鋅。

雜項用品： 上表並未含有由家或得到的各種原料，如蕓菜，焙粉，面包，奶油，人造奶油，軟硬煤，棉布，毛織品，絲，亞麻布，混合貨物(棉毛與絲)，汽油，黑色火藥，鐵釘，煤油，機器油，亞麻子油，火柴，牛乳，雞蛋，顯影粉(照像用)及酵田餅。

補充試驗的用具與藥品

(括弧中之數目表試驗的數目)

- 燃燒管，30—40cm長，內徑15mm(14)。
- 量氣管，100cc.，刻度精密到 $\frac{1}{2}$ cc.(17)。
- U形管，帶兩個一孔塞，及兩個白金電極(圖71)(41)。
- 平底燒瓶60cc.(26)。
- 浮秤(26)。
- 巴氏(Parr)的鐵彈測熱器，(55)。
- 汽油蒸溜瓶(帶電熱器的)(58)。
- 巴柯克(Babeork)牛乳檢驗器(64)。
- 分光鏡(47)。
- 特魯格(Truog)檢驗土壤酸度的儀器，(52)
- 錫片(1,2,38)。
- 鋅粉(3)。
- 二氧化鉛(4,18)。
- 氯酸鈉(6)。
- 鈣(7)。

- 氧化高鐵(9)。
- 鎂粉(14)。
- 焦性沒食子酸(純)，(15)。
- 鋁絲(17)。
- 鐵絲，(細的)(17,35)。
- 錒粉(還原的)(16)。
- 二氯化錫(26)。
- 氯化鎂(26)。
- 氯化錒(26)。
- 醋酸鈣(34)。
- 天然橡皮(34)。
- 硫酸銨(36)。
- 二氧化錫(56)。
- 氧化鉛(56)。
- 甲醇(木酒精)(59)。
- 磷酸鈣(52)。
- 醋酸鉛結晶(53)。
- 茜草色精糊20%(68)。
- 硫化鋅(53)。
- 剛果紅(81)。

此表中之東西有可在家中或鄰近商舖中得到的。

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0000	0043	0086	0128	0170	0212	0253	0294	0334	0374	4	8	12	17	21	25	29	33	37
11	0414	0453	0492	0531	0569	0607	0645	0682	0719	0755	4	8	11	15	19	23	26	30	34
12	0792	0828	0864	0899	0934	0969	1004	1038	1072	1106	3	7	10	14	17	21	24	28	31
13	1139	1173	1206	1239	1271	1303	1335	1367	1399	1430	3	6	10	13	16	19	23	26	29
14	1401	1422	1523	1553	1584	1614	1644	1673	1703	1732	3	6	9	12	15	18	21	24	27
15	1761	1790	1818	1847	1875	1902	1931	1959	1987	2014	3	6	8	11	14	17	20	22	25
16	2041	2068	2095	2122	2148	2175	2201	2227	2253	2279	3	5	8	11	13	16	18	21	24
17	2304	2330	2355	2380	2405	2430	2455	2480	2504	2529	2	5	7	10	12	15	17	20	22
18	2553	2577	2601	2625	2648	2672	2695	2718	2742	2765	2	5	7	9	12	14	16	19	21
19	2788	2810	2833	2856	2878	2900	2923	2945	2967	2989	2	4	7	9	11	13	16	18	20
20	3010	3032	3054	3075	3096	3118	3139	3160	3181	3201	2	4	6	8	11	13	15	17	19
21	3222	3243	3263	3284	3304	3324	3345	3365	3385	3404	2	4	6	8	10	12	14	16	18
22	3424	3444	3464	3483	3502	3522	3541	3560	3579	3598	2	4	6	8	10	12	14	15	17
23	3617	3636	3655	3674	3692	3711	3729	3747	3766	3784	2	4	6	7	9	11	13	15	17
24	3802	3820	3838	3856	3874	3892	3909	3927	3945	3962	2	4	5	7	9	11	12	14	16
25	3970	3997	4014	4031	4048	4065	4082	4099	4116	4133	2	3	5	7	9	10	12	14	15
26	4150	4166	4183	4200	4216	4232	4249	4265	4281	4298	2	3	5	7	8	10	11	13	15
27	4314	4330	4346	4362	4378	4393	4409	4425	4440	4456	2	3	5	6	8	9	11	13	14
28	4472	4487	4502	4518	4533	4548	4564	4579	4594	4609	2	3	5	6	8	9	11	12	14
29	4624	4639	4654	4669	4683	4698	4713	4728	4742	4757	1	3	4	6	7	9	10	12	13
30	4771	4786	4800	4814	4829	4843	4857	4871	4886	4900	1	3	4	6	7	9	10	11	13
31	4914	4928	4942	4955	4969	4983	4997	5011	5024	5038	1	3	4	6	7	8	10	11	12
32	5051	5065	5079	5092	5105	5119	5132	5145	5159	5172	1	3	4	5	7	8	9	11	12
33	5185	5198	5211	5224	5237	5250	5263	5276	5289	5302	1	3	4	5	6	8	9	10	12
34	5315	5328	5340	5353	5366	5378	5391	5403	5416	5428	1	3	4	5	6	8	9	10	11
35	5441	5453	5465	5478	5490	5502	5514	5527	5539	5551	1	2	4	5	6	7	9	10	11
36	5563	5575	5587	5599	5611	5623	5635	5647	5658	5670	1	2	4	5	6	7	8	10	11
37	5682	5694	5705	5717	5729	5740	5752	5763	5775	5786	1	2	3	5	6	7	8	9	10
38	5797	5809	5821	5832	5843	5855	5866	5877	5888	5899	1	2	3	5	6	7	9	9	10
39	5911	5922	5933	5944	5955	5966	5977	5988	5999	6010	1	2	3	4	5	7	8	9	10
40	6021	6031	6042	6053	6064	6075	6085	6096	6107	6117	1	2	3	4	5	6	8	9	10
41	6128	6138	6149	6160	6170	6180	6191	6201	6212	6222	1	2	3	4	5	6	7	8	9
42	6232	6243	6253	6263	6274	6284	6294	6304	6314	6325	1	2	3	4	5	6	7	8	9
43	6335	6345	6355	6365	6375	6385	6395	6405	6415	6425	1	2	3	4	5	6	7	8	9
44	6435	6444	6454	6464	6474	6484	6493	6503	6513	6522	1	2	3	4	5	6	7	8	9
45	6532	6542	6551	6561	6571	6580	6590	6599	6609	6618	1	2	3	4	5	6	7	8	9
46	6628	6637	6646	6656	6665	6675	6684	6693	6702	6712	1	2	3	4	5	6	7	7	8
47	6721	6730	6739	6749	6758	6767	6776	6785	6794	6803	1	2	3	4	5	5	6	7	8
48	6812	6821	6830	6839	6848	6857	6866	6875	6884	6893	1	2	3	4	4	5	6	7	8
49	6902	6911	6920	6929	6937	6946	6955	6964	6972	6981	1	2	3	4	4	5	6	7	8
50	6990	6998	7007	7016	7024	7033	7042	7050	7059	7067	1	2	3	3	4	5	6	7	8
51	7076	7084	7093	7101	7110	7118	7126	7135	7143	7152	1	2	3	3	4	5	6	7	8
52	7160	7168	7177	7185	7193	7202	7210	7218	7226	7235	1	2	2	3	4	5	6	7	7
53	7243	7251	7259	7267	7275	7284	7292	7300	7308	7316	1	2	2	3	4	5	6	6	7
54	7324	7332	7340	7348	7356	7364	7372	7380	7388	7396	1	2	2	3	4	5	6	6	7
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
55	7404	7412	7419	7427	7435	7443	7451	7459	7466	7474	1	2	2	3	4	5	5	6	7
56	7482	7490	7497	7505	7513	7520	7528	7536	7543	7551	1	2	2	3	4	5	5	6	7
57	7559	7566	7574	7582	7590	7597	7604	7612	7619	7627	1	2	2	3	4	5	5	6	7
58	7634	7642	7649	7657	7664	7672	7679	7686	7694	7701	1	1	2	3	4	4	5	6	7
59	7709	7716	7723	7731	7738	7745	7752	7760	7767	7774	1	1	2	3	4	4	5	6	7
60	7782	7790	7796	7803	7810	7818	7825	7832	7839	7846	1	1	2	3	4	4	5	6	6
61	7853	7860	7868	7875	7882	7889	7896	7903	7910	7917	1	1	2	3	4	4	5	6	6
62	7924	7931	7938	7945	7952	7959	7966	7973	7980	7987	1	1	2	3	3	4	5	6	6
63	7993	8000	8007	8014	8021	8028	8035	8041	8048	8055	1	1	2	3	3	4	5	5	6
64	8062	8069	8075	8082	8089	8096	8102	8109	8116	8122	1	1	2	3	3	4	5	5	6
65	8129	8136	8142	8149	8156	8162	8169	8176	8182	8189	1	1	2	3	3	4	5	5	6
66	8195	8202	8209	8215	8222	8228	8235	8241	8248	8254	1	1	2	3	3	4	5	5	6
67	8261	8267	8274	8280	8287	8293	8299	8305	8312	8319	1	1	2	3	3	4	5	5	6
68	8325	8331	8338	8344	8351	8357	8363	8370	8376	8382	1	1	2	3	3	4	5	5	6
69	8388	8395	8401	8407	8414	8420	8426	8432	8439	8445	1	1	2	2	3	4	4	5	6
70	8451	8457	8463	8470	8476	8482	8488	8494	8500	8506	1	1	2	2	3	4	4	5	6
71	8513	8519	8525	8531	8537	8543	8549	8555	8561	8567	1	1	2	2	3	4	4	5	5
72	8573	8579	8585	8591	8597	8603	8609	8615	8621	8627	1	1	2	2	3	4	4	5	5
73	8633	8639	8645	8651	8657	8663	8669	8675	8681	8686	1	1	2	2	3	4	4	5	5
74	8692	8698	8704	8710	8716	8722	8727	8733	8739	8745	1	1	2	2	3	4	4	5	5
75	8751	8756	8762	8768	8774	8779	8785	8791	8797	8802	1	1	2	2	3	3	4	5	5
76	8808	8814	8820	8825	8831	8837	8842	8848	8854	8859	1	1	2	2	3	3	4	5	5
77	8865	8871	8876	8882	8887	8893	8899	8904	8910	8915	1	1	2	2	3	3	4	4	5
78	8921	8927	8932	8938	8943	8949	8954	8960	8965	8971	1	1	2	2	3	3	4	4	5
79	8976	8982	8987	8993	8998	9004	9009	9015	9020	9025	1	1	2	2	3	3	4	4	5
80	9031	9036	9042	9047	9053	9058	9063	9069	9074	9079	1	1	2	2	3	3	4	4	5
81	9085	9090	9096	9101	9106	9112	9117	9122	9128	9133	1	1	2	2	3	3	4	4	5
82	9138	9143	9149	9154	9159	9165	9170	9175	9180	9186	1	1	2	2	3	3	4	4	5
83	9191	9196	9201	9206	9212	9217	9222	9227	9232	9238	1	1	2	2	3	3	4	4	5
84	9243	9248	9253	9258	9263	9269	9274	9279	9284	9289	1	1	2	2	3	3	4	4	5
85	9294	9299	9304	9309	9315	9320	9325	9330	9335	9340	1	1	2	2	3	3	4	4	5
86	9345	9350	9355	9360	9365	9370	9375	9380	9385	9390	1	1	2	2	3	3	4	4	5
87	9395	9400	9405	9410	9415	9420	9425	9430	9435	9440	0	1	1	2	2	3	3	4	4
88	9445	9450	9455	9460	9465	9469	9474	9479	9484	9489	0	1	1	2	2	3	3	4	4
89	9494	9499	9504	9509	9513	9518	9523	9528	9533	9538	0	1	1	2	2	3	3	4	4
90	9542	9547	9552	9557	9562	9566	9571	9576	9581	9586	0	1	1	2	2	3	3	4	4
91	9590	9595	9600	9605	9609	9614	9619	9624	9628	9633	0	1	1	2	2	3	3	4	4
92	9638	9643	9647	9652	9657	9661	9666	9671	9675	9680	0	1	1	2	2	3	3	4	4
93	9685	9689	9694	9699	9703	9708	9713	9717	9722	9727	0	1	1	2	2	3	3	4	4
94	9731	9736	9741	9745	9750	9754	9759	9763	9768	9773	0	1	1	2	2	3	3	4	4
95	9777	9782	9786	9791	9795	9800	9805	9809	9814	9818	0	1	1	2	2	3	3	4	4
96	9823	9827	9832	9836	9841	9845	9850	9854	9859	9863	0	1	1	2	2	3	3	4	4
97	9868	9872	9877	9881	9886	9890	9894	9899	9903	9908	0	1	1	2	2	3	3	4	4
98	9912	9917	9921	9926	9930	9934	9939	9943	9948	9952	0	1	1	2	2	3	3	4	4
99	9956	9961	9965	9969	9974	9978	9983	9987	9991	9996	0	1	1	2	2	3	3	3	4
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9

