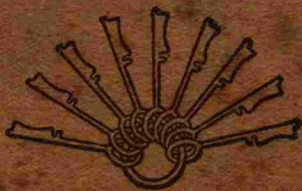


初中學生文庫

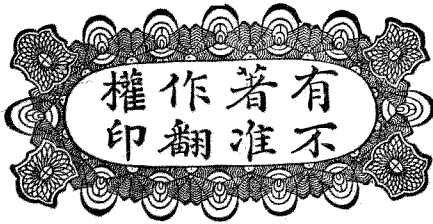
化 學 初 步

編 者 沈 鼎 三



華 書 局 編 印

民國廿四年六月發行
民國三十年一月三版



初中學
生文庫
化學 初步 (全一册)

◎

實價 國幣 七角

(郵運匯費另加)

編者 沈鼎三

發行者 中華書局有限公司
代表人 路錫三

印刷者 美商永寧有限公司
上海 澳門 路

總發行處 昆明 中華書局

分發行處 各埠 中華書局

化 學 初 步

目 次

火——空氣——水——地球

1. 這是四件很普通的東西，我們大家都知道的。 1

火

2. 蠟燭的燃燒。..... 1
3. 蠟燭燃燒時，除了碳酸氣外，還有水變出來。...3
4. 我們學到了些甚麼？ 7
5. 當化合作用進行時，我們覺到熱。.....8
6. 火怎樣發生的？10

空 氣

7. 空氣。.....10
8. 空氣裏有些甚麼東西？11
9. 我們把空氣吸進去做甚麼？13
10. 植物和空氣有些甚麼作用呢？16

-
11. 植物的生長。……………16
12. 動物,植物和空氣的作用。……………18
13. 空氣裏其他的物質。……………19

水

14. 水是甚麼東西做成的? ……………19
15. 從水裏取出氫來的許多方法。……………22
16. 氫怎樣收集? ……………22
17. 氫的製法。……………23
18. 氫能燃燒,並且比空氣輕。……………24
19. 氫當燃燒的時候變成水。……………26
20. 水的成分。……………27
21. 海水。……………32
22. 鹽的試驗。……………33
23. 溶解與結晶。……………33
24. 雨水是蒸餾水。……………35
25. 溶解的和不能溶解的雜質。……………35
26. 硬水和軟水。……………37
27. 硬水普通是甚麼東西做成的? ……………37

28. 碳酸鈣所做成的硬水，煮沸之後，可以變成軟水。.....38
29. 河水。.....39
30. 水裏的毒質。.....40
31. 氣體溶解在水裏。.....41

地 球

32. 關於地球的話。.....42
33. 從石灰石製碳酸氣。.....43
34. 氧的製法。.....46
35. 關於氧的故事。.....48
36. 製氧的另一法。.....50
37. 氧的性質。.....51
38. 氧是自然界中最多的物質。.....53
39. 金屬氧化後，重量增加。.....53
40. 造成地球的物質裏含有的金屬。.....54
41. 甚麼是煤？.....55
42. 煤氣的製造。.....57
43. 製造煤氣的副產品。.....59

-
44. 煤的用途。.....60
45. 煤氣與火焰。.....61
46. 煤礦的爆裂原因與預防。.....63

元素和化合物

47. 元素和化合物。.....64
48. 關於化合物。.....65
49. 混合物與化合物。.....66
50. 關於元素。.....68

非金屬元素

51. 氮。.....69
52. 氮和氫,氧化合,變成硝酸。.....70
53. 矽精。.....72
54. 碳,金剛石和石墨,也是碳做成的。.....74
55. 氯是可怕的毒氣。.....75
56. 硫。.....80
57. 製造火柴的磷。.....82
58. 砂和石英中含有的矽。.....83

金 屬 元 素

59. 鐵是最有用的金屬。84
60. 鋁是陶土中含有的金屬。86
61. 鈣是石灰中含有的金屬。87
62. 鎂條。87
63. 食鹽中含有的金屬——鈉。88
64. 從食鹽可以製出許多鈉的化合物和鹽酸。89
65. 鉀。91
66. 銅。93
67. 鋅。93
68. 錫。94
69. 鉛。94
70. 汞。96
71. 銀。96
72. 金。97

結 論

73. 化合是有一定比例的。98

74.	元素的化合量。.....	100
75.	倍比定律。.....	102
76.	化學方程式的意義。.....	104
77.	化學究竟研究些甚麼?	107
78.	化學的演進史。.....	108
79.	到了現在,化學是我們最親愛的依賴者了。...	111
80.	衣和食離不了化學。.....	111
81.	住和行和化學的關係更大。.....	114
82.	化學又凶殘, 又慈祥, 把握着人類生死的大權。	116
83.	化學是最有能力, 最有權威的怪物。.....	119
84.	化學的前程是遠大的。.....	122

附 錄

實驗提示	124
各試驗所需的儀器	126
需要的藥品	129
問題.....	132

化 學 初 步

火——空氣——水——地球

1. 這是四件很普通的東西，我們大家都知道的。

這些東西在自然界裏存在着，我們隨時隨地可以拿來觀察或試驗；從觀察或試驗，我們可以知道他們的一切。譬如說：火燃燒是怎樣一會事；空氣怎樣使火燃燒和使生物生長；水是甚麼東西做成的；構成地球的許多不同東西是甚麼。從科學方面說起來，這些都是屬於化學研究的範圍，化學是多麼有趣的一種科學呀！

我們知道人站的地球是固體；活潑地在地球表面流動着的水是液體；包圍住地球的空氣是氣體。地球，水，空氣，普通的性質知道之後，我們可以學一點關於這些的新知識了，在未講空氣，水和地球的化學以前，我們先講火，關於火，我們向來是知道得很少的。

火

2. 蠟燭的燃燒

一枝蠟燭的燃燒，牠的芯子和蠟一點一點地減少起來，最後，完全沒有了。蠟燭的成分究竟是不見了呢？還是消失了呢？在我們的眼睛看起來，那一定是消失掉了，但是眼睛是靠不住的，譬如當你在輪船碼頭上，看見那輪船遠遠的航去，這輪船一點一點的小起來，最後，看不到了，是消失了嗎？不是，牠在另一個地位存在着。倘使把白糖放在水裏，看起來也好像消失了，但是我們知道糖並沒有真的消失，因為水已變甜了。同樣蠟燭究竟有沒有消失？我們不能全憑眼睛作主，我們要把這個問題去問“科學”，換句話說，就是要經過精試驗以後才會解答這個問題。

試驗 1. 拿一枝蠟燭，放在一個小口瓶裏燃燒，這枝蠟燭燃燒了幾分鐘之後，牠的火焰便一點一點的小了起來，不多時，連這一點小的火都沒有了，火是熄了，這是我們所見到的第一件事，為甚麼火會熄呢？



要明瞭這個理由，須先研究現在圖1. 蠟燭不久便熄了。小口的瓶裏的空氣，是不是和蠟燭未燃之前一樣。我們再用一個大小形狀相同的瓶子，拿一杯清潔的石灰水，

倒一半在裏面，另一半倒進有蠟燭燃燒過的瓶子裏；你看，在這沒有蠟燭燃燒過的瓶裏，石灰水不是仍舊很清潔的嗎？可是在那蠟燭燃燒過的瓶裏，石灰水就變成牛奶一樣的混濁了。一枝蠟燭在一個瓶子裏燃燒之後，瓶子裏的空氣會使石灰水變成牛奶一樣的混濁，那空氣一定已變了別的一種東西了。濾取這石灰水中混濁的東西，便得一種和白堊相同的白粉。白堊是石灰與碳酸氣做成的。

碳酸氣像普通的空氣一樣，是一種沒有顏色，看不見的氣體，但是牠能夠使石灰水變成牛奶一樣的混濁，並且使蠟燭不能繼續燃燒，由此可知蠟燭的一部，燃燒之後是變成碳酸氣了。雖然因為燃燒，蠟燭一點一點的少起來，但是蠟燭裏的碳現在又在這看不見的氣體裏找到了。

3. 蠟燭燃燒時，除了碳酸氣外，還有水變出來。

你一定要驚奇的，怎麼這熱的火焰裏會有水出來嗎？不要急，仍舊祇要一個簡單的試驗，你馬上可以相

* 放一些石灰在水裏，搖動一下，再等一會，把上面清潔的水倒出來，這清潔的水是有石灰溶解着的，即是石灰水。

信的。要知道水從火焰裏跑出來，是一種熱的水蒸氣，這水蒸氣也是種看不見的氣體，我們平常看見從鍋子裏出來的白煙，就叫牠是水蒸氣，那是錯的，那個實在已是一羣很小的水點了。水蒸氣從鍋子裏出來，因為遇到冷，就變成了無數很小的水點。倘若從燭火裏出來的熱氣，是帶着水蒸氣的，當冷下來的時候，那一定也會變成很小的水點了。

試驗 2. 要試驗蠟燭的火焰裏究竟有沒有水蒸氣發出來，我們可以把一隻又冷又乾又清潔的玻璃杯罩在那枝燃燒的蠟燭上面，你看，這清潔的玻璃杯立刻變模糊了。倘使你仔細的觀察，你還可以找到小的水點，像霧一樣的在玻璃杯裏面附着，時間長久一些，水便一滴一滴連珠般的掉下了，透明，潔淨，嘗起來也和普通水一色一樣。

現在讓我們回想想吧，關於蠟燭的燃燒，我們已知道了些甚麼呢？我們需要一個很清楚的印像，我們做了些甚麼試

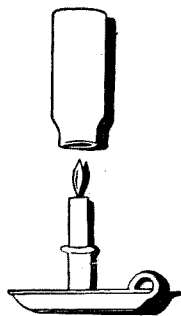


圖 2. 水蒸氣也從蠟燭的火焰裏出來。

驗，為甚麼要做那些試驗？從這些試驗，我們學到了些

甚麼？

關於蠟燭的燃燒，現在我們知道：

(1) 倘是一枝蠟燭放在瓶裏燃燒，不久就要熄的。

(2) 在那枝蠟燭燃燒之後，瓶裏就發生一種看不見的氣體，這氣體，普通叫牠碳酸氣，化學家叫牠二氧化碳。

(3) 碳酸氣是從蠟燭裏的碳變成的。

(4) 當蠟燭燃燒的時候，同時還有水也變出來。

所以我們現在知道，蠟燭雖然燒完，可是並沒有消失，不過燒完之後，換了一種樣子，變成了碳酸氣和水罷了。這一種變化，叫做化學變化。

我們再來做一個試驗，這一個試驗可以告訴我們另一些關於蠟燭燃燒的智識。

試驗 3. 拿一個火油燈的燈罩，或是兩頭小中間大的玻璃管，底下塞一個木塞，木塞上開幾個孔，把蠟燭放在木塞上面，這玻璃管的上部放一些白色的固體叫苛性鈉，玻璃管下部是很小的，因此上面放的苛性鈉並不能落下來。把這個有趣的玻璃管，掛在天秤的一端，天秤的那一端放砝碼，要放得使天秤的兩端的重量一樣。

等到一切東西都裝置妥當了，就把那蠟燭從管子裏拿出來燃着，

再放進管子裏去，因為木塞是有孔的，故空氣繼續不斷的進去，蠟燭也就很光明的燃燒。

但是你看，一件奇怪的事又來了。這個天秤本來是很平的，蠟燭燃燒之後，却逐漸變斜了，本來二面重量相等的，現在是一面重一面輕了。更奇

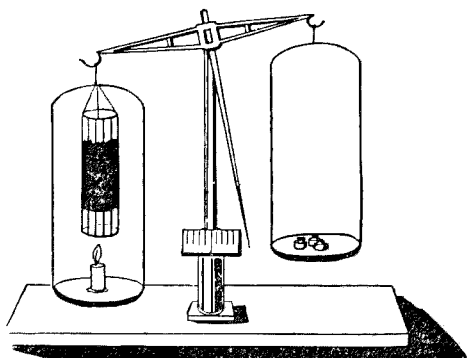


圖 3. 天秤的一端放砝碼，一端掛這苛性鈉和蠟燭的玻璃管。

怪的，那個有蠟燭在裏面燃燒的管子，雖然那蠟燭已燃燒掉許多，但是現在反比以前加重了。

究竟是怎樣一會事呀？蠟燭燃燒之後，看得清清楚楚是比未燃以前短了許多，為甚麼那個管子反比燃燒以前重了呢？我們必定要懂這一個道理。第一，我們預先所以放一些苛性鈉在那個玻璃管的上部，是因為不要使那眼睛所看不到的氣體，就是水蒸氣和碳酸氣，逃到管子外面去。蠟燭燃燒，不是可以變成二種氣體，一種叫碳酸氣，一種叫水蒸氣嗎？苛性鈉能把那從蠟燭裏出來的碳酸氣和水蒸氣都捉住起來，像用一個網捕魚一樣。

蠟燭是燃燒完了，牠燃燒後所變成的碳酸氣和水

蒸氣，都被這苛性鈉像用網捉魚那樣的捉住，一些也沒有逃去。捉住的二種氣體都是蠟燭變成的，可是我們發現，牠們比原來的蠟燭重些。這個現象要怎樣解釋才對呢？我們可斷定有一種旁的東西，在蠟燭燃燒的時候加進來，和蠟燭裏的成分結合，於是變成了碳酸氣和水蒸氣。那加進來的東西自然也有重量的，因此，燃燒之後，變成的二種氣體比原來的蠟燭重了。

這一個假設是對的。那一種旁的東西，也是一種沒有顏色的氣體，空氣裏有一部份便是那種氣體，牠的名字叫做氧。木塞不是有孔的嗎？空氣便從這孔裏進來，其中所含一部份的氧便和蠟燭的蠟結合起來，這叫做化學的結合^{*}，由這種結合的結果，二種看不見的氣體便成功了。這二種氣體裏並不祇是蠟燭的成分，而且還有空氣中的氧，因此比原來的蠟燭重了。倘是我們能把四周的空氣稱一下，一定可以發現空氣的重量是減輕了。而空氣所減輕的重量，一定就是燃燒蠟燭所增加的重量，那即是氧的重量。

4. 我們學到了些甚麼？

* 結合生成的物質，與原來的物質的性質，完全不同，這種結合稱為化學結合。

關於蠟燭燃燒，現在我們學到了幾件項重要的事：

(1)蠟的成分，一些也沒有消失。

(2)蠟的各部份是和空氣中的氧結合成別種東西了。

祇要做三個簡單的實驗，努力找出這些實驗的結果是甚麼，現在，關於火，我們知道得比從前多了。所以實驗真是有用的。

從這本書中所有的實驗裏，你常常可以找到一個真理，就是：我們不能真正毀滅什麼物質，也不能真正創造什麼物質。還有我們須記着，從蠟燭燃燒所學到的事實，就是有些物質當進行化學的結合的時候，會生出熱來，倘是進行得更快一些，我們就可以看見火。

5. 當化合作用進行時，我們覺到熱。

讓我們再來做二個試驗。

試驗 4. 拿一塊生石灰，放在一隻銅盤裏，用一些冷水，倒到石灰上去，立刻，你可看到水和石灰都熱起來，水嘶嘶的叫着，最後是沸了，像雲一樣的水氣跑了出來。在銅盤裏的石灰變成又

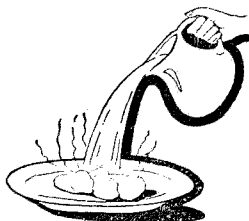


圖 4. 冷水倒到石灰上去，水和石灰都熱了。

細又乾的白色粉末，叫做消石灰。泥水匠天天把水和石灰合起來，每一次都是發生熱，都有水蒸氣像雲一樣的跑出來的。但是爲甚麼會發生熱呢？那就是因爲水和石灰進行化學的結合的緣故，結合的結果便做成了消石灰。

試驗 5. 放一些黃色的硫黃粉在一個小的燒瓶裏，在這硫黃粉的上邊，放一些光亮的銅絲。現在把這燒瓶放在一隻鐵架上面，用酒精燈在鐵架底下燒，使這固體的硫黃也沸騰起來。再放一隻普通的盤子在酒精燈的底下，倘使瓶子燒破了，硫黃便可以落在這盤子裏面。現在我們看，起初，黃色的硫黃是熔化了，顏色是一點一點的深起來，最後，牠沸了，當這沸着的硫黃和銅絲接觸的時候，把底下的酒精燈拿開。現在再看這銅絲，銅絲是赤紅了，並且還發生白亮的火光，後來又熔化了，一點一點的落在瓶子的底上。

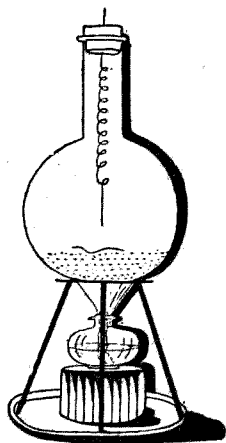


圖 5. 銅和硫化合，變成黑色的硫化銅。

當瓶子冷下來的時候，我們把這瓶子打破了細細的看，瓶子的裏面既沒有光亮的銅絲，也沒有黃色的硫黃，祇有一種黑色的固體，在瓶子的底上。這是甚麼東西呢？這是二種不同的東西銅和硫的化合物。銅

和硫黃化合了，熱就發生出來，或者可以說，銅是發了火燒掉了。

6. 火怎樣發生的？

現在我可以知道：凡是有火在燒着，那便是一種化合作用在進行着；無論蠟燭的燃燒，草堆的燃燒，或是一間房子的燃燒。當空氣中的氧，和那燃燒的東西化合的時候，就有火發生了。

空 氣

7. 空氣

我們怎樣知道在這屋子裏，你和我中間還有一些東西存在着呢？窗子的外面有的是空氣，這空氣究竟是甚麼東西做成的呢？

倘是我們把手掌很快的揮一下，我們便覺到有一陣小小的風；窗子外面的風吹得很大時，樹木也可以被牠吹得彎過去。風是那裏來的呢？那祇不過是空氣運動吧了。那風車一天到晚的會轉；河裏的船張着帆，會很快的前進，那都是依靠着空氣的運動。

空氣運動着，於是發生風。倘使空氣是很安靜的時候，我們怎樣知道有空氣存在呢？空氣是一種人目看不

見的氣體，我們不能拿來看一看，來斷定空氣的有沒有。但是，也祇要一個實驗，我們便能知道空氣究竟是個甚麼東西了。

8. 空氣裏有些甚麼東西？

試驗 6. 用一個沒有底的玻璃鐘，在牠小的口上，裝一個塞子；拿小刀切一塊很小的黃磷，黃磷本來是浸在瓶水裏的，要很當心的從瓶裏拿出來，因為牠是很危險的一種東西，不小心，牠自己就會燃燒起來，把你的手指燒痛的。把這切下來的一小塊黃磷，放在一隻小磁盆裏，把這小磁盆浮在一隻玻璃槽的水面上；用那沒有底的玻璃鐘，把這浮在水面的小磁盆罩住。一切安排好了，於是揭開玻璃鐘的瓶塞子，好好的用一個火，伸進玻璃鐘去，把磷燃燒起來。當你的火和磷接觸到的時候，快快把玻璃鐘的塞子緊緊的塞住，使外面的空氣不能再通到裏面去。

現在你看，這磷在玻璃鐘裏面燃燒了，一陣陣白的煙在玻璃鐘裏面充滿着。

幾分鐘之後，雖然我們知道磷是

還沒有燒完，可是牠的燃燒是停止了。再過了幾分鐘，這玻璃鐘也冷

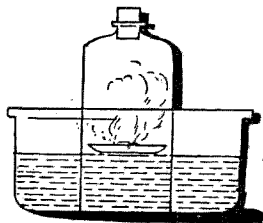


圖 6. 磷在玻璃罩裏燃燒，告訴我們空氣裏有二種不同的氣體。

了，磷燃燒所發生出來的白煙現在是慢慢的不見了。還有一些空氣剩下在這玻璃鐘裏面，記得在磷未燃燒之前，這玻璃鐘裏滿滿的都是空氣，但是現在，裏面的空氣是少了許多了。在這玻璃鐘的下部，却多了許多水。

請問：在這玻璃鐘裏現在剩下來的空氣，究竟和磷未燃燒以前的空氣是不是一樣的？我們再加些水在玻璃槽裏，使玻璃罩外面與裏面的水一樣高低揭開瓶塞，把一個燃燒着的洋燭放進去，那洋燭就立刻熄了，再燃一個火柴放下去，也是立刻熄了。我們不必懷疑，現在玻璃鐘裏剩下來的空氣，是和磷未燃燒以前的完全不同的。我們房間裏一定有二種不同的氣體存在着，一種氣體（就是氧）牠是能夠和磷結合，變成白煙的。白煙慢慢的消滅，於是水便上來了。（實際，白煙是溶解到水裏去了。）還有一種，（叫做氮）是不會和磷結合的，所以在玻璃鐘裏剩了下來。牠會使燃燒的蠟燭火熄滅，牠和氧是完全不同的。我們天天說空氣在這房裏，在那個玻璃鐘裏，那裏知道牠還可以分成氧和氮二種不同的東西呢？這極簡單的實驗，告訴了我們多麼偉大的智識呀！

再進一步，看那玻璃鐘裏昇上來的水，是約當鐘內

原有空氣體積的五分之一，因此我們知道，空氣裏約有五分之一是氧，還有五分之四是氮。這 $\frac{1}{5}$ 氧， $\frac{4}{5}$ 氮混合成的空氣，包圍着地球的表面；較高的天空，空氣的成分就有些不同。越是高，氮越多，氧越少，在11公里以上的空氣，差不多都是氮，據說在80公里以上，連氮都沒有了，那裏有的是一種很輕的氣體叫氫。在500公里以上，連氫也沒有了，是一個甚麼東西都沒有的所在。

9. 我們把空氣吸進去做甚麼？

我們現在知道，無論一枝蠟燭，或者別的東西，在空氣中燃燒，那便是和空氣裏的氧起化合作用。燃燒蠟燭發生碳酸氣和水，這是由於蠟燭裏面的碳和氫和空氣中的氧化合而成的。在蠟燭燃燒之先，要用火燃一下，這是替他們燃燒做一個開頭。當蠟燭的火成白熱的時候，牠和氧的化合（叫做氧化作用）正在猛烈的進行着。倘是把蠟燭火吹熄，牠就冷了下來，不能再繼續和氧化合了。

人和動物需要空氣中的氧也和蠟燭燃燒一樣的重要。所以我們每天一定要把新鮮的空氣吸進去，倘是吸不到新鮮的空氣，我們便要悶死了。有許多可怕的故事，

是因為吸不到新鮮空氣而發生的，譬如說，海洋的輪船，遇到了風浪，恐怕要沉下去，於是把艙的門都關起來，結果許多人却悶死在裏面了。有時許多人在煤礦或是岩洞裏沒有好的空氣呼吸，也完全悶死了。現在我們要問，人一定要把空氣吸進去究竟做甚麼呢？是不是也像蠟燭或磷燃燒一樣，和空氣的一部份結合，發生什麼化學作用呢？下面有一個簡單的實驗，立刻可以很容易的告訴我們。

試驗 7. 倒一些清潔的石灰水到一隻玻璃杯裏去，用一支玻璃管或麥桿，把你肺裏的氣，吹一些到石灰水裏去。石灰水就立刻變成牛奶一樣的混濁，完全和把石灰水倒到蠟燭燒過的瓶裏去一樣，這牛奶一樣的混濁表示現在多了一種白的粉，就是白堊。從這白堊，可以證明那肺裏的氣體，就是碳酸氣。但是我們每天吸進去的並不是碳酸氣；把空氣和石灰水混合起來是不能變成牛奶一樣的混濁的。所以吸進去和呼出來的氣體完全不同。吸進去的是空氣，呼出來的是碳酸氣。這種碳酸氣究竟從那裏來的呢？牠是完全和蠟燭燃燒

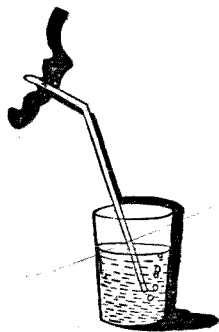


圖 7. 人呼出來的氣體，也能使石灰水變成混濁。

所發生的氣體一樣的，難道我們人的身體也像蠟燭一樣的在燃燒着嗎？你會立刻說“不”“因為我們人的身體是沒有像蠟燭的火焰一樣的熱，”可是你再想一想，你就知道：我們比那桌子，牆壁，和一切的非生物熱得多。貓和狗，所有的動物，都比非生物熱。倘是牠們死了，呼吸停止，於是也像桌子，牆壁一樣的冷了。所以動物的呼吸，也完全是一種氧化作用。空氣，經過我們的鼻孔或是嘴，到我們的喉管，後來又到許多小管叫做肺的氣胞裏去，這些小管子一邊是空氣，一邊是血；空氣中的氧，透過這些小管子壁，通到血裏去，在那裏就和我們身體裏許多沒有用的碳化合。那是很容易明白的，人和動物的身體裏都有碳，譬如把一塊豬肉用火一燒，焦黑的碳便顯出了。這種身體裏面的碳和空氣中的氧化合；牠的結果像蠟燭中的碳和空氣中的氧化合完全一樣，也有熱發生出來。至於看不到火焰，那是因為牠燃燒所發生出來的熱已分散到身體的各部分去了。血在我們全身流着，牠的目的是要使我們全身溫暖起來，好做種種工作。

從這個實驗，我們學到：

(1)動物把空氣中的氧吸到肺裏去；

(2)氧通到血液裏；

(3)氧是用在使動物中的碳素燃燒，變成碳酸氣，而同時把體溫升高。

10. 植物和空氣有些甚麼作用呢？

因為這個問題，我們又要來做幾個實驗，不過這幾個實驗，要等幾天才可以有結果，我們不能性急。

試驗 8. 拿一些芥菜子，放在一塊浸濕的絨布上，幾分鐘之後，芥菜子漸漸的大起來了，倘使把牠放在太陽底下，幾天之後，這一粒細小的芥菜子，竟變成一枝小的芥菜了。做成這小芥菜的葉子和幹子的東西那裏來的呀？從這絨布裏拿來的嗎？不是，因為絨布沒有變化。從水裏拿來的嗎？也不完全是，因為牠的葉和幹都是碳做成的，水裏却並沒有碳，那麼牠所需要的碳究竟從那裏拿來的呢？我們回答：這是從空氣中拿來的。前次的實驗，告訴我們動物繼續不斷的呼吸碳酸氣來，所以空氣裏一定有碳酸氣。現在我們就來做一個實驗，證明空氣中碳酸氣的存在吧。

試驗 9. 倒一些石灰水在一隻清潔的盆子裏，放在房子裏或天井裏，隔幾分鐘，石灰水的面上有一層白色的東西，這便是白堊，是石灰水和空氣中的碳酸氣化合而成的。因為空氣裏所含碳酸氣的分量很少，所以要隔好幾分鐘的時間，石灰水的面上才有這一層白堊結出。但是這很少的碳酸氣，已可做地球上一切植物的主要食料了。

11. 植物的生長

植物拿碳酸氣當食料，因此做成了牠們的幹子，葉

和果實，這些我們知道都是碳做成的，那麼碳酸氣裏面的氧現在怎樣了呢？

試驗 10. 拿一束新鮮的綠葉——頂好是水草，放在一個大瓶

子裏，這瓶子盛滿了清潔的泉水，倒放在一隻有水的槽裏，這倒放在水槽的瓶子，

除了水和綠葉外，是一些氣泡都沒有的。

我們把牠在強烈的日光下放一二小時。

你看，在這綠色的葉子上面，現在是蓋着一層小小的氣泡了；並且還有許多氣泡

聚集在這瓶的頂部。這些氣泡就是純粹

的氧⁽¹⁾，這氧是從溶解在泉水裏的碳酸氣

分解出來的⁽²⁾，所以植物有一種能力，能够在強烈的太陽光下，將空氣裏的碳酸

氣拿來分解，分解出來的碳，牠拿去做自己的莖、葉及其他的部分，分解出來的氧，讓牠自由的走去。

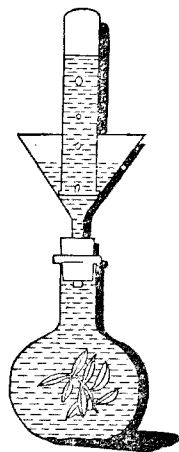


圖 8. 浸在泉水裏的綠葉，現在發生了許多小泡。

試驗 11. 植物是不會在黑暗中生長的。倘使我們把上一個試

(1) 倘使你把這些氣體收集在一個小試管裏，(如圖 8)用一個燃燒着的火柴放進去，火焰會更亮一些，這可以證明牠是氧。

(2) 泉水裏有碳酸氣溶解着，放一些石灰水到泉水裏，泉水也可以變成牛奶一樣的混濁，這就可以證明泉水裏是有碳酸氣的。

驗重做一次 這理由我們就明白了。把這有清潔的泉水和放着綠葉的瓶子，放在一間黑暗的房子裏，雖然經過許多時間，也不能找到一些氣泡，所以植物必要有了太陽光才能把碳酸氣分解。換句話說，必要有了太陽光，才能生長。

12. 動物，植物和空氣的作用。

現在，我們再想一想那些動物和植物，對於空氣不同的作用吧，空氣對於動物和植物都有很重要的化學變化，所以不祇是死的無生物才有化學變化，在地球上，每種植物，每種動物，天天不斷的有化學變化發生，現在我們知道的是：

動物是吸進氧，呼出碳酸氣，繼續不斷的燃燒着的，所以有熱發生。

植物是攝取碳酸氣，排出氧，利用太陽的熱和光，繼續不斷的造成一種可以燃燒的物質。

現在，我們可以知道動物是繼續不斷的呼出一種碳酸氣，使空氣混濁的。植物却繼續不斷吸收那種在空氣裏動物所不要的碳酸氣，使空氣清潔。動物是把不要的碳酸氣供給植物生長，植物却從葉子發出氧，使動物繼續不斷的發生熱。

13. 空氣裏其他的物質。

化學家又找到空氣裏除了氧和氮之外，還有幾種數量很少的氣體，好像氫，氦，氖，氬，氙等。除了這些外，我們都知道空氣中常含有水蒸氣與碳酸氣的。

假如把曠野地方的空氣，拿來仔細的分析，知道：

氧 乾燥的空氣100體積中，含有21體積。

氮 乾燥的空氣100體積中，含有78體積。

水蒸氣 不定。

碳酸氣 乾燥的空氣10,000體積中，含有3—4體積。

氫 乾燥的空氣100體積中，含有0.94體積。

氦，氖，氬，氙 甚少。

水

14. 水是甚麼東西做成的？

倘使我們拿一塊冰，放到嘴裏，這冰就會立刻融化了。同樣把冰放在一隻玻璃杯裏，把這玻璃杯放在火上燒，這固體的冰便也漸漸的融解，變成液體的水了。再把

這液體的水繼續的燒，於是水便沸騰，而變成了水蒸氣，水蒸氣是看不見的氣體，牠的性質是和液體的水不同的。我們再用旁的方法試驗，不知道從這水，除了水蒸氣外，還能變作甚麼？

試驗12. 不要把水燒了。把水燒，祇能得到水蒸氣，不能變做旁的東西的。現在我們用電流來通過水，在水裏預先加幾點“硫酸”使電流通過便當一點，拿四個電池，用電線聯結起來，把這電池的電，從二條電線（頭上有一些白金）通到這加過幾點硫酸的水裏。

當我們把電線和電池連起的時候，二條電線附近的水好像是沸騰了，一個一個小的氣泡，並不是水蒸氣，因為若是在這銅絲的四周發出水蒸氣來，一定會立刻被附近的冷水凝結起來的。而現在，這種氣泡經過冷水跑到水的上面來了。我們應當把所發生出來的氣體收集起來，這樣我們才可以知道這些究竟是甚麼氣體。還有從這一個電線上所發生出來的氣體，究竟是不是和另一個電線上所發生出來的完全一樣。

爲了這個目的，我們可拿二個大小一樣的試驗管，盛滿了水，倒放在水裏，罩住那二個電線，這樣，在電線附近所發生出來的氣泡，一定可以被試驗管捕住了。這

樣的把氣體收集起來，發現些甚麼呢？你看，一個管子裏的氣體，祇抵那個的一半，一個是完全盛滿了無色，人目看不見的氣體了；而別一個，祇有半管子的氣體，現在我們要問這些氣體究竟是甚麼東西呢？我們先把那祇有半管子氣體的那個管子，調一個頭，使管子的口向着天，拿一個燃燒着的火柴放進管子裏去，你看，火柴不是立刻更亮起來了嗎？這是氧。我們認識氧是會使火柴的火焰更亮一些的。

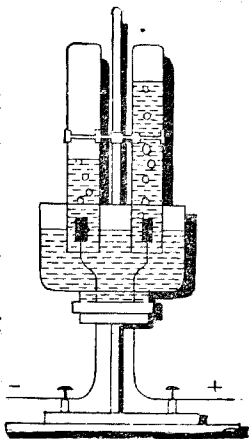


圖 9. 水的電解。

再拿那另一個管子來做同樣的試驗，我們須把這管子的口向下，爲什麼管口一定要向下，這是你不久就會懂的。這火柴的火焰非但沒有更光亮一點，而且反熄滅了。這管子裏的氣體，却自己燃燒起來，在管子的口邊發生一個藍的火焰，這種氣體和氧是完全不同的，這種氣體叫做氫。

倘使我們把這個試驗再做一次，結果是一樣，除了氫和氧之外，沒有旁的東西可以從水裏拿出來了。因此，我們可以有一個結論：

(1) 用通電的方法，可以把水分解成二種完全不同的東西，就是氧和氫。

(2) 當水分解的時候，發生氫的體積，是氧體積的二倍。

15. 從水裏取出氫來的許多方法。

試驗13. 把一小塊的鉀，拋到水裏去。鉀是比水輕的金屬，所以浮在水的面上。同時牠的四週却發生出火焰來了。這火焰是由於水裏分出的氫而起的，當鉀放到水裏時，就和水裏面的氫氧化合而成氫氧化鉀，那多餘的氫就從水中跑了出來，這氫遇到水面上的空氣，那時溫度很熱，所以就自己燃燒了。那水裏我們可以加一些紅色石蕊

試液進去，如紅色變做藍了，就可證明水裏有氫氧化鉀的存在。^{*}倘是我們拋一塊小的鈉到水裏去，鈉也會在水面上浮游着，而使水裏的氫自由的跑出來，並

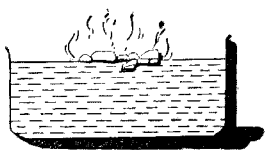


圖10. 鉀在水上燃燒。

且水變成一種氫氧化鈉（又名苛性鈉）溶液，不過熱度並不很高，所以不能把發生出來的氫燃燒起來。

16. 氫怎樣收集？

試驗14. 把上一個試驗稍略改一些，我們可以把水裏出來的氫收集起來。這方法就是把一小塊的鈉和一些水銀放在一起，用玻璃

* 參看本書第52節。

棒用力拌勻，這二種金屬便混合起來，變成了一塊混合物。現在把這混合物倒下水槽裏去，在水槽中間，預先倒放一個盛滿水的玻璃瓶，於是鈉漸漸的把水分解和其中的氫氧化合成苛性鈉了。那水裏多餘的氫就跑出來，被這倒放着的玻璃瓶收集，等到瓶裏都是氣體時，我們可以用一個燃燒的蠟燭來試驗氫是否存在。

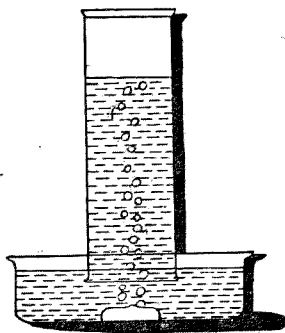


圖11. 收集氫

17. 氫的製法.

許多金屬，都有使水分解，自己變成氧化物，而讓氫跑出來的能力。譬如說鉀和鈉，牠們在冷的時候，便可以把水分解了；別的金屬像鐵，一定要先燒得赤紅，才能够把水分解，自己變做鐵的氧化物，即是鐵鏽，而同時使氫分出。有些金屬，像鋅，牠們雖然不能夠在冷的時候使水分解做氧和氫，倘是水裏有些酸，便能够那樣做了。

試驗15. 我們放一些鋅片到一個盛水的玻璃瓶裏，再加一些硫酸下去，立刻，可以看到氣泡發生出來。把這玻璃瓶的口用木塞緊緊地塞住，在這木塞的上面有二個孔，裝着一個彎的玻璃管，一個漏斗。鋅和加硫酸的水所製出來的氫，現在從這彎的玻璃管裏出來，一

個一個的氣泡，都被那個倒放着在水槽裏盛滿水的瓶子所收集了。先出來的還是玻璃瓶裏的空氣，到後來所有的空氣都趕走了，出來的才真正是氫。你可仔細的拿一個小的試驗管，收集一些氣體，試一試是

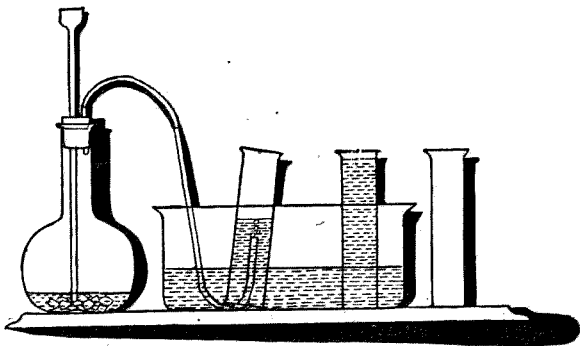


圖12. 用鋅和硫酸製氫。

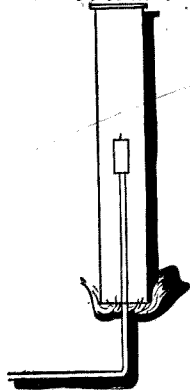
不是氫，便知道空氣有沒有出完。倘使氫出來少起來了，你從這木塞上面的漏斗，再加一些硫酸下去。

三瓶滿滿的氫已收集好了，瓶向下，放在桌子上面。我們想，怎樣試驗，可以告訴我們這奇怪的氣體的性質呢？

18. 氫能燃燒，並且比空氣輕。

試驗16. 拿一瓶氫，瓶口向下，用一枝蠟燭，插在一根銅絲頭上，燃燒着放進去；立刻看見氫自己在瓶口燃燒。而在這瓶裏的蠟燭，却是熄了。後來蠟燭從瓶裏拿出來，瓶口氫的火焰，又把牠重新燃着，這氫的火焰的溫度是很高的，你看蠟燭經過這火焰，一部分立刻融化了。有時，當你把蠟燭火焰放進氫的瓶裏去的時候，你還可以聽得“噼”

的一聲，像槍聲一樣，非常可怕。這種炸裂的聲音是因為氫中混有着



空氣的緣故。當氫和空氣混合在一起，遇到火，就會發生猛烈的爆炸的，倘是你胆大，可以拿一個大而堅實的瓶子，盛滿着氫和空氣的混合物，瓶外用手巾包起來（恐怕瓶子炸破，發生危險。）當這瓶口移近蠟燭火的時候，你可以聽到一個更響的炸聲。

從這個試驗，我們知道：

圖13. 氫在瓶口燃燒。

(1)氫是很容易燃燒的，燃燒起來，有一個淡藍色的火焰。

(2)氫火焰的溫度是很高的。

(3)氫是不能維持蠟燭燃燒的。

(4)氫和空氣混合，遇到火，會猛烈的爆炸的。

試驗17. 現在把這盛氫的瓶口向上，很快的在瓶口點一個火，你看氫的火焰比瓶口向下的時候大得多。這是因為氫比空氣輕得很多的緣故。因為氫比空氣輕，我們可以把氫從下面倒到上面去。拿二個瓶子，一個盛空氣，一個盛氫，把有空氣的瓶放在有氫的瓶上面，像十四圖那個樣子，過了幾分鐘，下面瓶中所有的氫，完全跑到上面的瓶子裏去了。空氣就把下面這瓶子填滿。所以我們在下面的瓶

口燃火，像以前那樣的火焰是沒有了，而在上面這個瓶口燃，一個藍色的火就看到了。這個試驗告訴我們：氫是比空氣輕。氫是頂輕的氣體，我們可以拿來做輕氣球的。

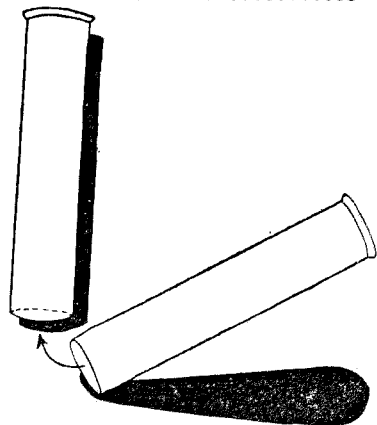


圖14. 氫比空氣輕。

19. 氫當燃燒的時候變成水。

現在讓我們再來找出氫在空氣中燃燒的時候，究竟造成了些甚麼東西？

試驗18. 把十二圖的那個製氫的瓶上的彎管子，換一個向上彎的玻璃管，氫便從這向上彎的玻璃管裏出來。玻璃管是很乾燥的，我們在這玻璃管的尖端點一個火，(注意瓶中有沒有空氣混和着)並且像第二試驗一樣，在這火焰的上面，罩一隻乾燥的玻璃杯，

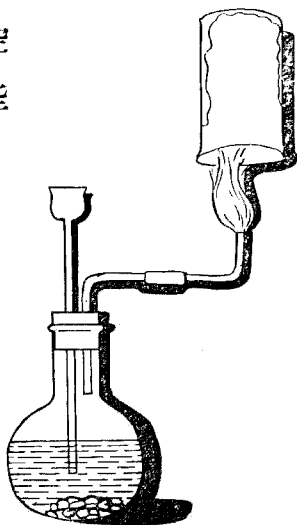


圖15. 氫燃燒變成水。

你看，沒有多少時候，玻璃杯裏面有了許多小的水點。這表示甚麼呢？這表示：當氫燃燒的時候，牠和空氣當中的氧結合，變成水了。

試驗19. 除了水之外當氫燃燒的時候，還有甚麼東西做出來呢？我們設法把氫在一個大的瓶子裏燃燒，後來，倒一些清潔的石灰水，到這氫燃燒過的瓶子裏，你看，石灰水還是一樣的清潔，並沒有變成牛奶那個樣子的混濁。所以我們知道在氫燃燒之後，是沒有碳酸氣的。在第二個試驗做出來的那杯水是有些酸味的，因為水中還有碳酸氣的緣故。可是在第十八個試驗中所收集一滿杯的水，我們一些酸味都嘗不到。

現在我們回想，當蠟燭燃燒的時候，也有水做出來的，這種水那樣來的呢？蠟燭的蠟裏面一定也有氫；當蠟燭燃燒的時候，蠟燭裏的氫和空氣中的氧結合，而變成了水。講到水又要連講到空氣，自然科學的每一部分都是有相連的關係的。

氫和一切的氣體，記住，祇要冷得够足。我們都可以使牠們變成液體或是固體。

20. 水的成分

現在，我們要研究一些關於水的成分了。我們已經知道(試驗 3)在空氣中的氧是一種單獨存在，沒有顏

色的氣體。可是在水裏的氧，牠已經和氫化合在一起，變成了液體的水。我們又知道(試驗12)當水分解的時候，每一個體積的氧，和二個體積的氫同時發生出來，現在就有一個重要的問題要問：究竟多少重量的氧和多少重量的氫化合，而變成水呢？就是多少公分的氧和多少公分的氫化合，變成這麼多少公分的水呢？我們一定要記住重量和體積，是有分別的。要很精確的求出水裏氫和氧的成分是很不容易的一件事，但是這是非常重要，化學家不知道專心研究了多少時間才求出水裏氫和氧真確的重量。我們可以把他們所做的試驗重做一遍，這個試驗，比以前的許多試驗難得多。但也比較更有趣一些。

試驗20. 你知道那些金鋪子裏的伙計是怎樣稱他們的金子的嗎？化學家是用隻很精細的器具，叫做天秤，來稱他所要稱的東西的。

在這圖上，A是一個硬玻璃管，放一些黑色的氧化銅在裏面。B是一個彎的玻璃管，和A管用橡皮管連住的，放一些白色的氯化鈣在裏面。C是一個瓶，在這一個瓶裏，我們用水、硫酸和鋅，把氫製出來。D是一個瓶子，裏面放一些濃硫酸，氫從C瓶裏出來，往往同時含有水蒸氣，現在把出來的氣體，經過這D瓶裏的濃硫酸，所含的水蒸氣，

就大部份被濃硫酸吸收。E又是一個放氯化鈣的玻璃管，氯化鈣也能吸收水蒸氣的，所以通過硫酸而出來的氫，現在又經過這白色的氯化

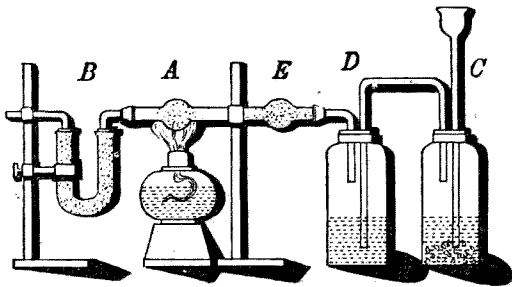


圖16. 試驗水的成分。

鈣出來，真完全是乾燥了，那就是說現在從氯化鈣出來的氫裏，一些水蒸氣也沒有了。

在試驗的時候，我們先把那個放氧化銅的 A管，在天秤上稱一下，二頭從 E管和 B管拆下來，很當心的放在天秤的一端，天秤的那一端放砝碼，使兩端十分的平衡，把這氧化銅的管子，所稱出來的重量記下來。然後再把那個放氯化鈣的管子 B同樣的稱一下，稱得是少，也記下來。

現在把這二個管子放回到原來的地方去，再好好的把A和E接住；把 B和 A接住。於是把硫酸從那個漏斗倒到 C瓶裏去，硫酸和鋅便

起化學作用，一個一個氫的氣泡連接着的出來了。慢慢的經過濃硫酸，經過氯化鈣，經過氧化銅，再經過氯化鈣出來了，拿一個小的試管放在 B 口，把出來的氣體收集起來，一次一次的試，究竟，出來的是否完全是氫，倘不是，那麼這許多管子的裏面本來是有的空氣，一定還沒有被氫完全驅逐掉，等到出來的完全是氫了，於是，拿一隻小的酒精燈放在這氧化銅的管子底下燒起來。你看，這黑色的氧化銅，一方面有氫通過着，一方面又有火在燒，黑色的氧化銅慢慢的變成了鮮紅的金屬顏色了。並且，還有幾點水在這管子裏面冷的部分凝結了。當這個管子完全燒熱的時候，這凝結出來的水，就變了水蒸氣，走到有氯化鈣的 B 管來，你知道氯化鈣是能夠吸收水的東西，於是那水蒸氣就被氯化鈣吸收起來。

氫繼續通過氧化銅，等到那氧化銅的黑色完全沒有了的時候，於是把酒精燈拿開，放着氧化銅的管子，等牠冷下來。讓我們好好的找出我們所見到的是怎樣一會事。這氫和氧化銅當中的氧，化合而變成水，這水走到 B 管去，完全被氯化鈣捕住，一些也不能逃到管外的空氣裏去。而在那玻璃管裏剩下的紅色粉，就是純粹的銅。我們再來把那二個管子稱一下。第一，現在管子 A 比以前輕了許多，因為管子裏的氧化銅，已失去了牠的氧，而變成銅了。第二，現在管子 B 比以前重，因為管子裏氯化鈣，已得到了一種東西，便是氧化銅所失去的氧，

和從 C 瓶裏來的氫化合而成的水。現在，我們知道：

(1) 在試驗以前，裏面有氧化銅的，A 管的重量 = 70.400 公分。^{*}

(2) 在試驗之後，A 管的重量 = 67.800 公分。

二種重量的差，就是氧化銅失去的氧的重量 = 2.600 公分。

(3) 在試驗之前，B 管的重量 = 53.533 公分。

(4) 在試驗之後，B 管的重量 = 56.458 公分。

二種重量的差，就是 B 管因為吸收水，所增加的重量 = 2.925 公分。

這個試驗的結論怎樣呢？我們可以很簡單的回答：這 2.925 公分重量的水，含有 2.600 公分的氧，因為水裏除了氧和氫之外，是沒有旁的東西的，所以這麼多的水一定含有 $2.925 - 2.600 = 0.325$ 公分重量的氫。或者可以這樣說，（公約之後）二份重量的氫，和十六份重量的氧化合，而成十八份重量的水。

倘使試驗做得仔細的話，一次一次的試驗，所求出來的氫和氧的比是常常相同的。因此，我們知道關於化合的一條大定律，就是化合物當中各種成分的比是常

^{*} 公分亦稱克(Gram)，是重量的單位，我國庫秤一兩等於37.316公分，一市兩等於31.25公分。

常一樣的，十八份的水，一定有二份的氫，十六份的氧。

21. 海水。

我們知道海水是鹹的，因為有鹽溶解在裏面。要做成鹹水是很容易的，祇要把普通的鹽，放進去便得，這固體的鹽不見了，或是說溶解了，水是變鹹了。

試驗21. 我們可以用蒸餾的法子來取消這種鹹味，那就是把水煮沸使成水蒸氣，再使牠冷下來。做這種試驗，頂好拿一隻玻璃製的曲頸瓶，裏面裝鹽水，用一隻燈，把水煮沸，水蒸氣就從這曲頸瓶的

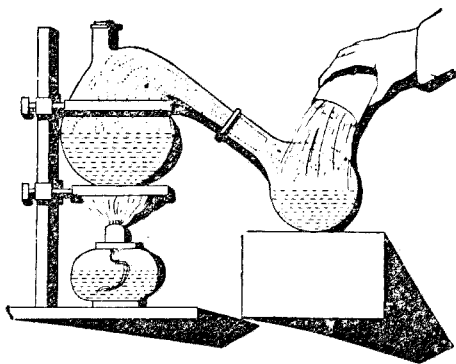


圖17. 水的蒸餾。

頸口出來，通到相連的燒瓶裏，把冷水倒在這燒瓶的外面，使瓶內的水蒸氣冷下來再變成水，這蒸餾過的水是沒有鹹味了。這是純粹的水，倘是我們把所有的水都燒完之後，我們看見那固體的鹽剩留在曲頸瓶裏面。泉水和河水，有時也有鹽溶解在裏面，但是量很少，因此沒

有鹹的味道。我們有一個很好的法子來試驗水裏有沒有鹽。

22. 鹽的試驗。

試驗22. 拿二個清潔的大玻璃瓶，盛滿蒸餾水或是清潔的雨水，把很小的一塊鹽，放到一個瓶裏去，拌一拌勻，使所有的鹽溶解在水裏，現在你嘗一嘗吧，究竟那裏一瓶水是鹹的，拿一瓶叫做硝酸銀，仔細的滴三滴到每瓶的水裏，立刻，在這有鹽的水裏，有了白的斑點。而那瓶沒有鹽的水，仍舊那樣清潔透明。至於這白色的斑點究竟是甚麼東西？後來，我們會研究到的。（看71節）

23. 溶解與結晶。

有許多固體東西是會很快的溶解到水裏去的，像糖，蘇打，明礬等等。有許多祇能溶解一點點，像石膏等等。有許多是完全不能溶解在水裏的像砂泥，和白堊。

試驗23. 拿10公分的塊鹼（又名洗濯曹達）放到一個滿裝熱

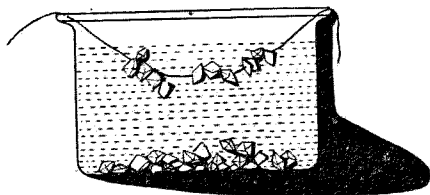


圖18. 明礬的結晶。

水的試管裏，調和一下之後，這鹼就完全溶解在水裏了。這有鹼溶解在裏面的水，我們叫他溶液。現在把這鹼的溶液冷下來，就有小粒的鹼，又從水裏跑出來，結在玻璃杯的邊上了。這從水裏結出來的鹼，我們叫他結晶。

這些結晶的形狀，完全是一樣的，祇有這個比那個大一點或小一點。

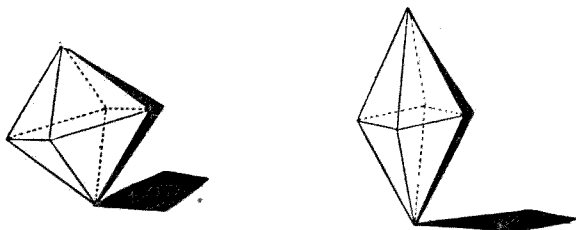


圖19. 明礬結晶的形狀。

洗濯曹達結晶的形狀。

現在再拿10公分的明礬放在10公分的水裏，這明礬的結晶和塊鹼的結晶是完全不同，牠們的形狀，看這裏的圖便可以知道了。

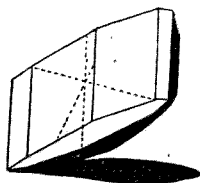


圖20. 硫酸銅的結晶。

試驗24. 你可以再拿一些藍色的硫酸銅試一下，這藍色的硫

酸銅結晶的形狀，像上面的圖一樣物。

現在拿 5 公分的明礬和 5 公分的硫酸銅研成粉，很均勻的混合起來，放到 10 公分的熱水裏，再讓這溶液冷下來。仔細的看，從這水裏有一些甚麼東西結晶出來？你看那無色的明礬是結出來了，每一層有一層藍色的硫酸銅隔開着。這混合着的二種粉末放下去，現在很清楚的一層一層分別的結晶出來了。地球上有很多的岩石，都是這樣一層一層的結晶成功的。

24. 雨水是蒸餾水。

雨水是那裏來的呢？我們知道雨水是世界上頂清潔的一種水，由空氣中的水蒸氣凝結，從雲裏落到地下來的。當熱的風吹過海洋的時候，便從海洋帶了許多水蒸氣去，剛像水蒸氣從曲頸瓶裏蒸發出來一樣。這熱的水蒸氣吹到冷一些的地方，便也冷起來，不能再和熱的時候一樣，浮游在空中，於是就凝結起來，變成小的雨點落下來了。所以這雨水就是蒸餾水，這偉大的蒸餾，是在整個的地球上舉行着。祇要你稍稍留意一下，你便明瞭地球上每一點雨水實是從海洋裏的水蒸餾而來的。

25. 溶解的和不溶解的雜質。

海裏的水是很不清潔的，有砂，有泥，還有種種旁的

東西。河裏的水看起來好像是清潔的，可是你把一瓶河水安靜的放一會兒，一層醜醜的東西便沉澱在這瓶子的底上。這河水海水裏的砂泥和旁的會沉澱下來的醜醜，你可以用過濾的法子除去牠，就是把這醜醜的水，倒在有白色濾紙的漏斗裏，或是我們家裏普過用砂和木炭做的濾水缸裏，使牠經過濾紙或是砂子和木炭，漏出很清潔的水來，而那些醜醜就留住在了上面了。

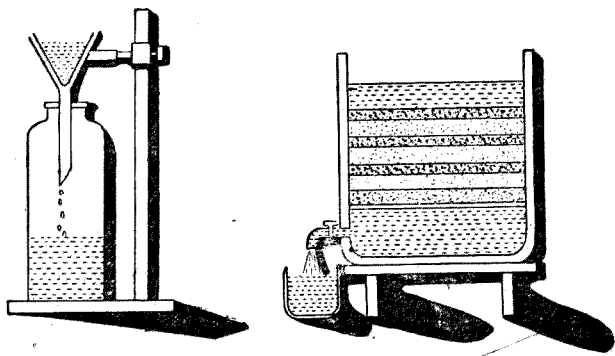


圖21. 水的過濾。

試驗25. 水裏不溶解的固體是可以用這個方法來除去的，但是溶解在水裏的雜質，雖然你用最完善的過濾方法，也不能把牠濾去。加一些紅粉在水裏，用濾紙濾過，你決不能除去這個紅色。因為這

紅的顏色是溶解在水裏了。倘是要除去這紅色，或是除去能够溶解在水裏的一切，惟一的方法，祇有蒸餾。

26. 硬水和軟水。

試驗26. 海洋裏的水，非但有許多不能溶解的雜質混在水裏，而且有時還有許多能够溶解的物質也溶解在水裏。我們假使拿一些清潔的泉水，或是濾過的河水，放在一隻清潔的磁盆裏燒，水就漸漸變成水蒸氣，我們常常可以在盆子的底上找到有一些固體的物質剩下。要是我們拿一盆蒸餾水來燒，水燒完了，甚麼東西都沒有留下來。這是因為雨水落下地來，流過泥土和岩石再到海裏，泥土和岩石裏一部份可以溶解在水裏的東西，被這流過的水帶了去，於是海水常常含有從地面帶來的那些可以溶解的雜質了。

自然，雨水落下來流到海裏，在路上所帶來的物質的種類，是因為雨水所經過的岩石和附近那些人棄下來的污物的種類不同而不同的。有許多泉水裏的鹽分比海水還要多，因為這種泉水在地下流過了一層固體的鹽岩。

有雜質溶解的河水和泉水我們叫牠硬水。剛落下來的雨水我們叫牠軟水。硬水當肥皂放下去，是不會立刻有許多泡沫的，祇有一些渣滓浮在水裏。

27. 硬水普通是甚麼東西做成的？

試驗27. 拿一些石膏的粉放在一大杯的蒸餾水或是雨水（總之是軟水）裏，搖動幾下，使牠們混合均勻，等了一些時候，把所有的水在一張濾紙上濾過，這濾過的水是非常清潔的，但是這不是軟水了。倘使用了肥皂在這水裏洗滌東西，泡沫是很少的。倘使把肥皂先溶解在熱水裏，做成一些肥皂泡沫，再把這肥皂水倒到這硬水裏去，水裏便沒有肥皂的泡沫，祇見許多肥皂的渣滓。須再加了許多肥皂之後，才有泡沫出現。

所以我們知道，泉水和河水，因為有石膏即是硫酸鈣溶解着，所以變成硬水。這加過石膏而變成的硬水就是煮沸也是沒有用的，冷下來的時候，仍舊是硬水。

28. 碳酸鈣所做成的硬水，煮沸之後，可以變為軟水。

還有一種硬水是由於含有碳酸鈣而成的，我們知道（試驗7）我們肺裏出來的氣體含有碳酸氣，這碳酸氣吹到清潔的石灰水裏，就變成一種白色不溶解的粉，或者叫做白堊，這即是碳酸鈣。那清潔的石灰水立刻因此就變牛奶一樣的混濁了。

試驗28. 把試驗7再做一次，並且要比前一次多吹些碳酸氣到這石灰水裏去。倘是你儘吹着，吹得很長久，你可以看見，因為氣吹多了進去，變出來牛奶樣的混濁現在不見了，水又是像以前那樣的清

潔了，把這水用濾紙濾過，濾下來的水，雖然是非常清潔，但是已變成硬水了。究竟是怎樣一會事呢？因為從肺裏呼出來的碳酸氣能夠溶解在水裏變成碳酸，這碳酸有使白堊溶解的能力（白堊在純粹的水裏是不溶解的）現在水裏面碳酸氣多了，一部份碳酸氣和石灰水化合，變成白堊，餘下來的又使白堊溶解，因此變成了清潔的硬水。我們知道碳酸氣是一種氣體，假使把這清潔的硬水煮沸，所有碳酸氣就都驅逐出去，於是這溶解在碳酸裏的碳酸鈣就變白的粉沉澱下來了。倘是拿這種水來煮沸，煮沸之後，再過濾一下，用肥皂來試，便可以知道已不是硬水了。所以這種硬水是可以煮沸的法子，使牠變成軟水的，我們叫牠暫時硬水。用硫酸鈣做成的硬水，不能用煮沸的方法變成軟水，因此我們叫牠永久硬水。還有一種辦法，也可以使碳酸鈣所做成的硬水變軟，那就是加一些清潔的石灰水到這硬水裏，使和裏面的碳酸氣化合起來，變成碳酸鈣。硬水裏的碳酸氣既沒有了，因為碳酸鈣不能溶解在沒有碳酸氣的水裏，所以新變出來的碳酸鈣一起沉澱下來了。要大規模的使硬水變軟，便是用這個法子。

29. 河水。

碳酸鈣所做成的硬水和硫酸鈣所做成的硬水是不同的，因為前者可以用煮沸，或是加石灰水法子使牠變軟；而後者，這些方法都是不能變軟的。譬如雨水落下

來，要是流過有硫酸鈣的岩石，那便帶了硫酸鈣而變成硬水了。雨水雖然比旁的流動着的水清潔得多，但是也並不十分純粹，因為空氣裏的碳酸氣可以溶解進去的（再看試驗 9），這種有碳酸氣溶解着的雨水流過石灰石的山，或是別的碳酸鈣的岩石，於是變成了一種有碳酸鈣的硬水。鍋子的底上常常有堅硬的一層，這便是碳酸鈣，這碳酸鈣慢慢的在煮水的時候，從水裏分出來粘在鍋子的底或是邊上。

倘是雨水流過花岡岩，沒有碳酸鈣，也沒有硫酸鈣，牠不能從花岡岩裏拿到一些可以使牠成硬水的物質，所以仍舊是軟水。

30. 水裏的毒質。

倘是水流過一個城市，或是近陰溝的地方，常常會和人家屋子裏流出來的那些污水混合，而變成一種不純粹的水，這種不純粹的水，雖然看起來很清潔明亮，但是不能當作飲料的，因為也許是毒的。所以大的城市，現在都用自來水，在離城遠一些的地方，把水濾過砂和炭，再從裝在地下的鉛管或是鐵管，送到每一家人家去。這樣每家所需要的水都是清潔而無毒了。

31. 氣體溶解在水裏。

氣體是能溶解在水裏的，我們已經知道碳酸氣能溶解在水裏，不過有許多氣體能够溶解得多一些，有許多氣體溶解得少一些。荷蘭水（即汽水）就是有許許多的碳酸氣體溶解着，所以當汽水的瓶塞一開的時候，這些氣體都是爭着的飛出來了。空氣也能够溶解在水裏，如溶解在泉水裏的氧，使你覺到牠有暢快可愛的味道，倘使把泉水煮沸，水裏溶解着的氧就跑去了，當這水冷下來的時候，你可以嘗到牠是淡而無味了。在河水或海水裏有氧溶解，頂重要的還是爲維持魚類的生活，因爲魚類也像陸上動物一樣需要氧的。從甚麼地方牠們取到氧呢？牠們不是取那和氫化合而成水的氧，而是取那溶解在水裏的空氣中的氧，所以魚常把大量的水吸到鰓裏去，慢慢的把水裏溶解着的氧提出來，滿足自己的需要。倘使你把魚養在煮沸過而沒有和空氣接觸的冷水裏，這魚要死的，因爲沒有氧可以供給牠們的呼吸。

32. 關於地球的話。

我們已經知道一些關於火,空氣和水的智識。現在,我們要研究做成地球的一切固體了。

火,空氣,水,好像都是很容易研究的:

火,是物體燃燒,或化合作用所發生出來的熱。

空氣,是二種氣體的混合物,一種叫氧,一種叫氮,空氣包圍在我們人的四週,我們天天要呼吸空氣。

水,是一種在地面上流動着的一種液體,由二種氣體就是氧與氫化合而成的。

地球中所包含的固體,真是複雜得很,在這本小小的化學書裏面,我們祇能講一個大略。

地球是固體,因為地球不是很熱的緣故。各種固體,只要加到相當的溫度,都能變做液體的,硬的鐵,可以在一個鍋子裏面融化,倒出來像水一樣。地球上所有的一切固體岩石,都可以把牠融化,變成像水那樣的液體;倘是把那種液體再加熱,還可以使牠變成氣體,祇要有很高的熱度好了。地球的裏面是很熱很熱的,所以地球中心的岩石是液體。你聽到過火山爆烈嗎?這便是因為地球裏面很熱的液體岩石從一個小小的裂縫當中壓了

出來的緣故。

現在我們拿幾種造成地球的材料來研究，看從這些東西裏面究竟還有甚麼可以拿出來。

33. 從石灰石製碳酸氣。

試驗29. 拿幾塊小的大理石，(方解石，石灰石均可，牠們的成分都是相同的。)放在一個小的瓶裏，用一個木塞塞住瓶口，木塞的上面有二個小孔，把一個漏斗插在一個孔裏，一個彎的玻璃管插在另一個孔裏。再拿一個空的瓶，放在那個彎玻璃管的底下，像下右面的圖一樣。現在拿一些水，從漏斗倒到瓶裏去，再拿一些“鹽酸”也從這漏斗倒下去，鹽酸倒下瓶去，瓶子裏的大理石，馬上發生許多小的氣泡，這許多氣泡都從這瓶的底下跑上來，經過水，到瓶的空部，後來，又從這彎的玻璃管，跑到那個空的瓶裏來。

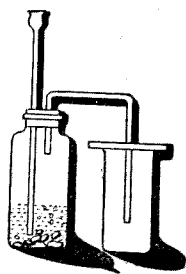


圖22. 大理石加鹽酸製碳酸氣。

幾分鐘之後，用一個燃燒着的蠟燭，放進這瓶裏去，這燃燒的蠟燭，一進瓶子就熄了。再把石灰水倒到這瓶裏去，這很清潔的石灰水，立刻變成牛奶一樣的混濁了。從這大理石裏跑出來的是甚麼氣體呢？我們可決定牠是碳酸氣，因為牠能使燃着的燭熄滅，使很清潔的石灰

水變成牛奶一樣的混濁。

碳酸氣比空氣重，我們可以從這一個瓶裏倒到那一個瓶裏，像倒水一樣。大理石裏面有碳酸氣的，鹽酸倒下去的時候，碳酸氣出來了。

大理石裏含有碳酸氣，但是，除了碳酸氣外，還有些甚麼東西呢？現在我們再做一個試驗吧，先拿一塊大理石，在強烈的火上燒半小時，看牠有些甚麼變化？火燒過的大理石，好像和原來的有些不同。把鹽酸倒上去，也沒有氣泡發生了。本來含有碳酸氣，現在却失去了。但是把冷水倒上去的時候，這塊燒過的大理石就鬆成粉了；並且發生很大的熱，連倒下的冷水沸騰起來了。

我們現在知道，用火燒大理石便會失去牠的碳酸氣，而變成生石灰。水倒到生石灰上，這生石灰就和水化合起來，發生很多的熱，而變成熟石灰，所以大理石是碳酸氣和生石灰的化合物。從這堅硬的固體裏，我們可以取出碳酸氣來的。

泥水匠每天所用的石灰也就是這樣製造出來的，他們用的原料是石灰石，（大理石太貴了）石灰石也是碳酸鈣。把石灰石堆在一個磚砌成的石灰竈裏，底下用柴燒，燒了一二天，石灰石中的碳酸氣跑了出去，石灰石變成生石灰了。

把生石灰,水,砂三種東西混和起來,就是三和土。把三和土鋪在地上,三和土中的石灰慢慢的吸收空氣中的碳酸氣,變成碳酸鈣。碳酸鈣是堅硬的,所以鋪在地上的三和土,經過幾天之後會變成磚石一樣的堅硬了。

水泥(水門汀)也是石灰做成的。把石灰石和粘土碾細混合,加很高的熱到 1400° — 1600° ,使這石灰石(現在早已變成生石灰了)和粘土都好像要融化一樣,再把牠冷下來,加一些燒過的石膏粉進去,於是

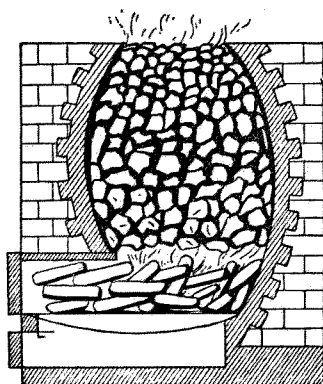
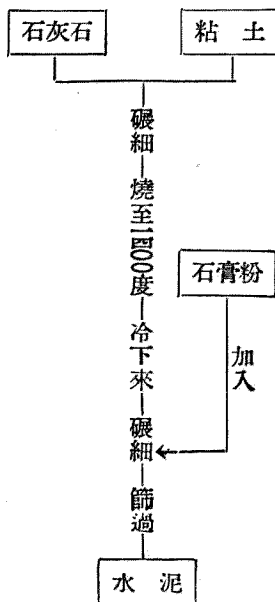


圖23. 普通的石灰窯。



變成了普通的水泥。水泥和適當的砂，水，細石塊混和起來，（這混合物叫混粘土）過了一二天，就會變成像天然石塊那樣的堅硬的。假如在這混合物的中間，再放一些鋼條，那麼更是堅實，現在的那些高大的洋房，都是鋼條和水泥造成的。

34. 氧的製法

試驗30. 現在我們再拿在地球裏的別一種東西來試驗，這是沒有像大理石那樣普通，但是這種智識却是很重要。試驗方法：拿出

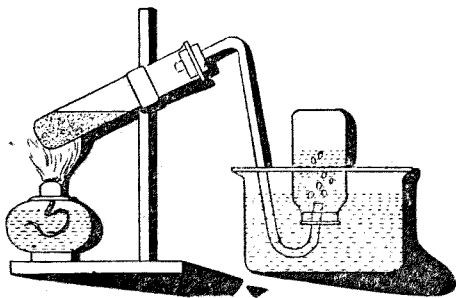


圖24. 三仙丹加熱製氧。

一些叫牠“氧化汞”（又名三仙丹）的紅粉來，把牠放在一個硬玻

* 把石膏拿來燒一下，不要溫度太高，大概在 400° F之下，半小時之後，還有光澤的石膏便成一種死白色容易破碎的物質，那即是燒石膏，把水和燒石膏的粉末混和起來，這燒石膏和水的混合物，過了半小時之後會凝結而成固體的，學校裏所用的粉筆和石膏模型便是燒石膏做成的。

璃的試驗管裏，試驗管上蓋着一個有孔木塞，拿一個彎的玻璃管插在這孔裏，用一個夾子把試驗管夾住，把玻璃管的那一頭，通到一個盛滿着水，倒放在水槽裏的瓶子底下。現在把這紅色的粉末加熱，你看，牠的顏色是黑起來了，一些又亮又白的小珠子結在試驗管中冷的部份，一個一個的氣泡，發生了出來，通過那個管子，被這倒放着的瓶子收集了。我們可以用一個燃燒着的火柴，來試驗這是甚麼氣體，我們可以立刻知道，這是氧，因為火柴的火焰是比從前亮得多了。

我們再把所有的紅粉燒，使牠都變成氧和那種留在玻璃管裏的白色光亮的東西。當這玻璃管的底上沒有紅色粉的時候，就拿開那個塞子，再拿開那隻燈。等全部份冷了下來，把這結在瓶口的光亮液體一點一點的刮下來，瓶子搖一搖，一大點液體金屬就從玻璃管裏集起來了，這種金屬就是水銀，或稱汞。

現在我們知道這紅色的粉在加熱的時候可以分開成二種不同的東西，(1)氧，(2)水銀。這紅色的粉，非但在加熱的時候總是分開而成水銀和氧，並且一定重量的三仙丹，常常會生出一定重量的水銀，和一定體積的氧的。

這紅色粉叫氧化汞。因為這是氧和水銀(即是汞)的化合物。起初是沒有一人知道這紅色的粉是含有二

種不同的東西的，可是一經試驗，就明白了。化學家又找到氧化汞裏，水銀和氧的重量。例如 216 公分的氧化汞，常常可以製出 200 公分的水銀，16公分的氧。由此我們又可證明“化合物裏面的成分，是永遠不變的。”那定律了。

35. 關於氧的故事。

講到這兒，我要告訴你一個關於氧的故事了。在一百六十幾年之前，瑞典人賽鸞(K. W. Scheele)和英國人普里斯烈(Priestley)雖然已經先後發明了氧，但是他們還不知道物質的燃燒，是物質和氧（或他物質）化學結合所發生出來的現象。他們謬誤的意見，以為物質的能夠燃燒，是物質中含有火質的緣故，當物質燃燒的時候，就把他的火質放了出來，放完之後，於是不能再燃燒了。氧，那時他們叫牠無火質的空氣因為牠是不能自燃。把蠟燭放在氧中，火焰非常光亮，把小鼠放在氧中，看見小鼠更是活潑！因此又叫牠純空氣。那時普里斯烈發現小鼠在氧中更活潑，真是歡喜極了。他自己把那種純空氣（氧）吸進去，並且說：

“我和這小鼠是多麼幸福呀；有史以來，祇有我和這小鼠能夠吸到這種純粹的空氣呢！”

“可是這種純粹的空氣是不適宜強健的人服用的，蠟燭在純

粹的空氣中，雖然更光亮，可是也更容易燒完，人的壽命誰說又不如
此而促短呢？所以自然對於人類，真是最適宜了。”

那時許多化學家都深信着火質說（物質燃燒因為含有火質的緣
故），可是獨有一位法國化學家賴富全，却不相信他們的學說。他說：

“化學家的火質論，實在是一種空泛的學說。化學家每遇到一種
疑難的問題，便牽強附會的拿火質來說明：有時，說火質是有重量的，
有時說是無重量的；有時認為火質即是火的本身，有時認為火質是火
與他種原子化合而成的；有時說火質可以穿過器皿的細孔，有時又說
不能；物體的腐蝕性和不腐蝕性，有色和無色，透明與不透明，都拿火
質來解釋；難道火質真是這樣萬能，並且隨時可以變化嗎？”

在1783年的時候，他很勇
敢的拿他研究的結果，向信仰
火質說的學者宣戰了：

他拿一隻曲頸瓶，裏面放
了水銀，瓶口由水銀盤中伸入
玻璃鐘內，將曲頸瓶放在爐上
燒。像右面的圖一樣。

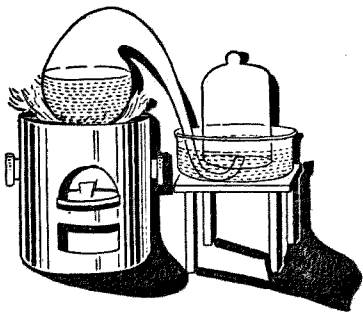


圖25. 賴富全試驗氧化汞。

繼續的燒，燒了十二天，看見曲頸瓶中水銀面上多了一層紅色的
粉，同時那邊玻璃鐘裏的空氣却少了許多。他又把那種紅粉拿來加

熱，紅粉又放出了一種氣體，而變成了水銀；紅粉放出的氣體的體積，恰和水銀變成紅粉時玻璃鐘裏空氣減少的體積相等，于是他說：

“水銀變成紅粉(即是三仙丹)是因為他吸收空氣中的一部份之故，被水銀吸收的和現在紅粉所放出的是同一種物質。這一種物質和他物質化合，變成化合物；燃燒，不過是牠們化合有時所發生出來的現象吧了。”

“這一種物質不是火質說學者所說的那種迷離不可捉摸的火質，而是空氣的一部份，那即是火質說學者所說的，無火質的空氣。”

這一種事實的證明，把謬誤的火質說推翻了。賴富全把這無火質的空氣改稱氧(原文是Oxygen，意是酸類的要素)。偉大的賴富全把化學革了一次命，造成了新的化學。賴富全真是近代化學的鼻祖。

36. 製氧的另一法。

從三仙丹加熱製出來的氧，是很少的，我們試驗了一次，便用完了。有許多別種含有氧的物質，是都可以拿加熱取氧的。有一種白色的結晶叫氯酸鉀，氯酸鉀中含有百分之三十九的氧，我們拿氯酸鉀加熱，氯酸鉀就分解而成氧和氯化鉀。

但是這種氯酸鉀雖然含有39%的氧，當加熱的時候，並且也會分解，只是牠的分解是很慢的，我們假如拿

一些氯酸鉀，放在一個玻璃瓶裏加熱，燒了半小時，有時出來的氧，還祇有一些些。但是我們再拿一種黑色的粉叫二氧化錳，放在玻璃瓶中，和氯酸鉀混和加熱，氯酸鉀中的氯立刻分解出來了。普通試驗室中製造氧都是用這個方法的。這種二氧化錳加在氯酸鉀中，能使氯酸鉀分解得容易並且快一些，二氧化錳自己實在沒有變化，像這樣的物質，我們叫他接觸劑。

把氯酸鉀和二氧化錳加熱製氧的裝置，也像24圖一樣的。

至於商業上大規模的製造氧，那是拿水電解，或是從空氣中取得的。

37. 氧的性質。

從這製造出來的氧，你可以知道：

(1) 把一枝蠟燭插在一根鐵絲上燃燒又吹熄，燭心還紅着的時候，放進瓶裏去，這吹熄了的蠟燭，當放進這氧的瓶裏去的時候，又燃燒起來了。倘是你倒一些石灰水到瓶裏，你可以證明碳酸氣現在又變成了。

(2) 一塊燒紅的炭，在氧裏燃燒得非常光明，一樣的變成碳酸氣。

(3) 一小塊融解的硫黃，放在一個燃燒匙中，當燃燒匙放進氧的時候，硫黃燃燒了，並且還有一個很光亮藍色的火焰。

(4) 很小的一塊黃磷放在一個燃燒匙中，放進氧的瓶中，黃磷耀目燦爛燃燒起來了

從上面這幾個試驗中，我們可以知道氧是一種很活潑的物質。牠是很歡喜和各種物質化合的。物質和氧化合，叫做氧化。和氧化合而成的物質，叫做氧化物。三仙丹，叫汞的氧化物。

這無色無味無臭的氧，雖然很能知道和他物化合，幫助他物燃燒，可是氧自己是不像氫那樣自己能燃燒的。氧比空氣重一些，一公升的氧，計重 1.429 公分，並也能溶解於水。

硫黃在氧裏燃燒變成的無色氣體，和磷在氧裏變成的白煙都是酸性的物質，倘是你倒一些藍色的石蕊試液到每一個瓶子裏，你可以看見這藍色的液體是會變成紅色的。大多酸類裏是含有氧的，所以賴富全稱氧為酸的要素。

純粹的氧，可以拿來醫病，裝在鋼筒裏，拿到煤礦，

輪船，潛水艇等缺少空氣的地方，可以供給人類的呼吸，在工業上，還有許多的用處。

38. 氧是自然界中最多的物質。

在自然界中，氧真是最多了。空氣中有 $\frac{1}{5}$ 是氧；水中有 $\frac{8}{9}$ 是氧；地球中的各種岩石，礦石，大都也是含有氧的，整個固體的地球，有一半是氧做成。

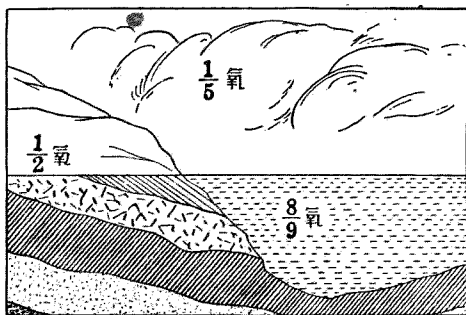


圖26. 照重量計算，空氣中有 $\frac{1}{5}$ 氧，水中有 $\frac{8}{9}$ 氧，地殼中有 $\frac{1}{2}$ 氧。

39. 金屬氧化後，重量增加。

造成地球的固體物質大都含有氧的。金屬中，像鐵，銅，銀，鋅，鉛，都能像水銀一樣和氧化合，而成一種金屬的氧化物。金屬氧化之後，一定比未氧化之前要重，因為氧和金屬化合變成氧化物，氧化物比本來的多了一些

氧,氧是有重量的。

試驗31. 要證明這句話,拿一個小的蹄形磁石,把磁石放到鐵屑的盒裏,於是許多鐵屑便像一個小的拭子一樣附着在磁石的二端了。拿一個天秤,一面掛這磁石,一面放砝碼,使二面一樣重。拿一隻酒精燈,放在附有鐵屑的磁石底下,鐵屑燒得紅了,牠就和空氣中的氧化合,變成了鐵的氧化物,

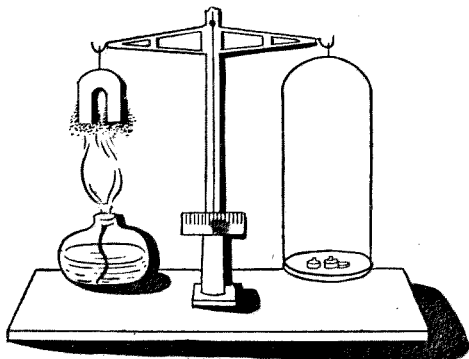


圖27. 鐵屑氧化之後,重量增加。

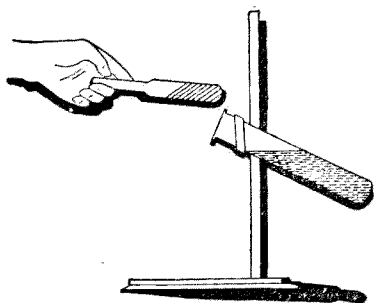
那就是我們常看到的鐵鏽;倘使掛在磁石上的鐵屑是很多的,燒了長久之後,這天秤的二面就不相等了,所變成的鐵鏽要比原來的鐵重。

40. 造成地球的物質裏含有的金屬。

從上面這二個試驗,我們知道,那樣像泥土的物質,有時會含有很光亮的金屬的。現在讓我們再做一二個試驗來表明這件事。

試驗32. 拿一小塊藍色的“硫酸銅”結晶,溶解在一試管的熱水裏。拿一把擦得很亮的小刀,或者一塊光亮的鐵,放到這藍色的硫酸銅溶液裏去。半分鐘之後,把那把小刀拿出來,這把小刀浸到硫

酸銅的部份，已變成紅顏色了。把這紅的一層擦下來，我們得到了一些紅亮的金屬銅。把這小刀再在藍色的液體裏放一些時候，這液體的藍色就不見了。在那把刀上



却結了更多的銅。這個試驗告訴我們，從這藍色的硫酸銅液體裏，可以拿出金屬的銅來的。

圖28. 從這藍色硫酸銅裏拿出銅來。

試驗33. 拿五公分白色的“醋酸鉛”放在一玻璃杯的水裏，當這醋酸鉛溶解之後，拿一小塊鋅掛在一個木棒的上面，放進這液體去。過一夜之後，金屬鉛的結晶，就附着在那小小的鋅上了，像一枝好看的樹，像一朵美麗的花。這告訴我們“在白色的醋酸鉛結晶裏，是有金屬鉛的。”

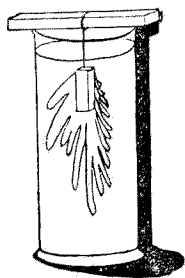


圖29. 從白色醋酸鉛裏拿出鉛來。

41. 甚麼是煤?

煤是甚麼東西呢?我們知道,煤裏面有碳,因為煤燃燒時候,和空氣中的氧化合,變成碳酸氣。煤是從煤礦裏取出來的;有時煤深深的藏在地下,有時很淺的在地上。

但是煤是怎樣變成的呢？煤裏面除了碳還有些甚麼東西呢？甚麼東西，可以從煤裏製出來？煤有些甚麼用呢？

(1) 煤的成因，講起來覺得奇怪，但是真的，現在的煤，就是幾千年前，地面上的樹木因為地殼的變動，把古時候的樹木，壓在很深的地下，經過很久的時間，於是慢慢的變成現在的那些煤了。

(2) 當煤燃燒的時候，我們可以從那光亮的火焰中得到碳酸氣，又可以從那黑烟裏，找到黑的碳粉。除了碳外，煤裏面還有氫，氧，氮和硫等。

至於煤中碳，氧，氫等成分的多少，因為煤類不同而不同的。普通可以分成泥煤，褐煤，烟煤和無烟煤（也叫做白煤）四種。泥煤是年代最近的煤，含碳最少，雜質最多。無烟煤是年代最久的煤，含碳最多。下面是一個各種煤的成分表。

煤	碳	氫	氧,氮,硫和灰分
泥煤	60%	6%	34%
褐煤	67%	6%	28%
有烟煤	89%	5%	6%
無烟煤	94%	3%	3%

42. 煤氣的製造。

試驗34. 拿一塊煤，打成粉，放在一隻試驗管中，上面加一個木塞，木塞上有一個孔，裝一個玻璃管，通到一個小瓶裏，這玻璃瓶的塞子是有二個孔的，還有那個孔也裝一個玻璃管，像下面的圖一樣。

把試驗管放在酒精燈上燒，不久之後，從這煤中跑出了一種氣體，這種氣體中的一部份遇到冷，就在瓶中凝結成黑色的液體，一部份從瓶上的那一個玻璃管出來了，這出來的氣體是可以燃

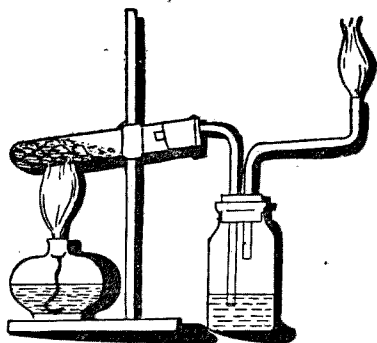


圖30. 製煤氣。

燒而成一個很光亮的火，我們叫牠煤氣，那凝固在瓶中的液體叫做煤膏。

煤氣含有碳，把煤氣燃燒的時候，也可以變成碳酸氣，使清潔的石灰水變成混濁的。煤氣裏面還有氫，燃燒的時候和空氣中的氧結合變成水，用一個乾的玻璃罩罩住這煤氣的火焰，幾分鐘之後，你可以找到幾點小的水點，在這玻璃罩裏面。

這樣製出來的煤氣是不純粹的，純粹的煤氣，是沒

有顏色，我們看不見的。

煤氣的用途很大，大都市上，用煤氣來煮飯，又用煤氣來點燈。這種用做煮飯或點燈的煤氣，是那大的煤氣公司製造出來的，從裝在地下的管子，送到居民家裏供給他們應用。煤氣公司製造煤氣的法子也和我們做的試驗一樣，自然，他們是不用試驗管的，他們有用磚或鐵做成的很大的爐子，很多很多的煤倒到這種大爐子裏面，爐子底下也用火燒，煤因為熱得厲害，就發生煤氣出來了，用一隻大的鐵箱子把這些煤氣收集着，然後再從地下的管子，送到各家用戶去。

煤粉放在試驗管裏被底下的火一蒸，煤氣便蒸了出來，我們現在把煤粉上面蓋着的木塞拿去，可以看見一種褐色的焦炭，留在這試驗管的中間，這是煤中很純粹的碳，現在剩下了。煤裏一部份的碳，和所有的氫，在蒸餾之後，變成氣體出來；而一部份很純粹的碳沒有變成氣體，仍舊留在裏面，那就是焦炭。

煤的種類非常多，有些煤所含氫很少，碳很多，用這種煤蒸餾，祇有少量的煤氣可以製出來，而剩下來的焦炭，可是很多。這一種煤是不合宜於製造煤氣的。

43. 製造煤氣的副產品。

從煤蒸餾出來的煤氣，是常帶着一種黑色液體物質的，這一種液體物質叫煤膏。在從前，煤膏是沒有用的，後來英國有一個十八歲的少年，他的名字叫潘經 (Perkin)，聽人家說從煤膏可以煉取出金雞納霜的，於是他在家裏設了一個簡陋的試驗室，每天晚上試驗，後來金雞納霜並沒有造出來，可是却在無意中，當他把重鉻酸鉀倒到一種從煤膏中提出的物質（叫苯胺）的時候，發生一種黑色的沉澱，這黑色的沉澱，在別人一定以為沒有用而會把牠拋棄的，可是潘經却留着再研究，結果，他發現了這種黑色沉澱是可以染色的。

這可以染色的黑色沉澱，就是現在我們染黑常用的苯胺黑。自此以後，大家對於這被人認為一無用途的煤膏大大的注意了。後來又從煤膏中，提煉出了許多化學品，到現在，這黑色的煤膏，簡直是化學品的聚寶瓶了，很香的香水，數百種的悅目的染料，治病的阿司匹靈，可以做肥田粉的礬精，鋪馬路塗房子的柏油，還有一種輕油，都是從這黑色的煤膏中提煉出來的。化學是多麼奇異有趣和偉大呀！

倘是我們中國在大都市如上海，北平，天津，漢口，廣州，杭州，成都，濟南，南昌等地，各設煤氣廠一所（有幾處已設了），那麼每年需煤便要一千萬噸，這一千萬噸所發出來的煤氣，可以供給一千六百萬人應用了。並且除了煤氣之外，還可得到下列這許多副產品：

焦炭	7,000,000噸
礪精	700,000噸
硫酸	300,000噸
造路柏油	28,000,000加侖
汽車用油	3,000,000加侖

至於其他的副產品，還沒有計算在內，這許多副產品，將可以抵制多少的舶來品，挽回多少的利權呢？

44. 煤的用途。

講到煤的用途，我們很難用簡單幾句話說出來的。試想：假使我們中國沒有煤，我們將要怎樣呢？我們許多的製造是依靠着煤的，許多的安適是依靠着煤的，冬天天氣很冷，把煤燒起來，就熱了；我們要到上海，北平，有火車或是輪船會很快的帶我們去，火車和輪船爲甚麼能够帶我們去呢？也全靠着煤啊！中國煤是很多的，但是

多藏在地下，還沒有開掘，我們希望中國的實業振興，非把那些煤開掘出來不可。

45. 煤氣與火焰。

前幾天我們看到過氫的火焰，真是一些也不亮，(參閱試驗 18) 爲甚麼煤氣燈倒是很亮的呢？這裏有一個試驗，可以立刻告訴你。

試驗35. 此地有一隻本生燈，(看圖31)是點煤氣用的，煤氣是從旁邊那個橫的小管子 a 通進去，從那個直的大管子通出來，我們在大管子的口上把煤氣點起火來，便成功一隻又簡單又合用的燈了，大管子底下，有二個小的孔，空氣從這小孔裏繼續不斷的進去，使煤氣完全的燃燒，放出很強大的火來。

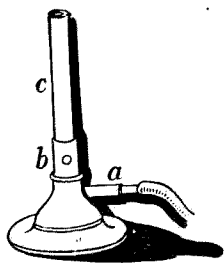


圖31. 本生燈。

當這本生燈燃着的時候，我們用手指，把這燈底下的小孔蓋住，牠的火焰，就立刻明亮起來了。把手指放開，牠又立刻失了明亮，像原來一樣發生一個藍火焰。這是因爲在光亮的火焰中，有許多很小的固體的碳粉，而在藍色不亮的火焰裏是沒有的。假如拿一張紙，在這光亮的火焰上放幾分鐘，這白的紙會有黑烟薰着，但在不光亮的火焰上放幾分鐘，那是不會有黑烟的，由此可知在光亮的火焰裏，煤氣的燃

燒並不完全，還有固體的碳在這火焰裏存在着；所以，火焰很光亮。在藍色的火焰裏，煤氣裏所有的碳都被從這大管子底下孔裏進來的空氣燃燒完了。火焰裏沒有固體的碳存在着，所以一些也不光亮。

試驗36. 倘是我們仔細把一蠟燭的火焰觀察，那也可以分作三部份。

(1) 最外的一層藍色，看不十分清楚的，這一層，燃燒完全，溫度最高，我們叫牠外焰。

(2) 中間很光亮的一層，這一層燃燒不完全，尚有固體的碳，留在火焰裏，我們叫牠內焰。

(3) 最裏的一層，是些從蠟燭裏出來還沒有燃燒的氣體，光色暗黑。

這蠟燭實在是一個小的煤氣廠。蠟是這煤氣廠蒸餾所用的原料，燭心是運那蒸出氣體的管子，蠟燭的氣體，沿着芯子運到頂上，於是就在那裏燃燒了。

我們可以試驗最裏面黑色的一層究竟是不是沒有燃燒過的氣體。用一個彎的小玻璃管，一端放在火焰黑色的中心，那

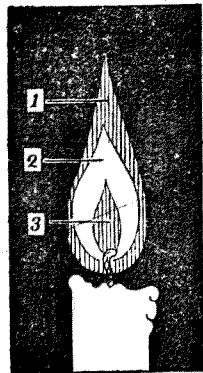


圖32. 蠟燭的火焰。

沒有燃燒的氣體，就經過這彎的玻璃管出來，可以在管子的那一端燃燒。

46. 煤礦的爆裂原因與預防。

你聽到過煤礦的爆裂嗎？這深深的煤礦裏，當然也有煤氣的，有時這種煤氣與空氣混合起來，忽然燃着而爆裂起來，許多礦工就燒死在裏面了。煤礦深深的在地下，那裏一些光明都沒有，黑暗得甚麼都看不見，這樣黑暗的煤礦，我們怎樣進去工作呢？倘是你帶着一枝蠟燭進去，那煤礦裏的煤氣就要燃燒起來，可怕的危險就發生了。怎樣才可以防免那種危險呢？那我們祇須走進煤礦的時候，不拿蠟燭，用一種燈，叫做安全燈。

拿一塊鐵絲網放在一個火焰的中間，這火焰祇能在鐵絲網的底下燒，不能到鐵絲網上部來。看下面圖吧，一

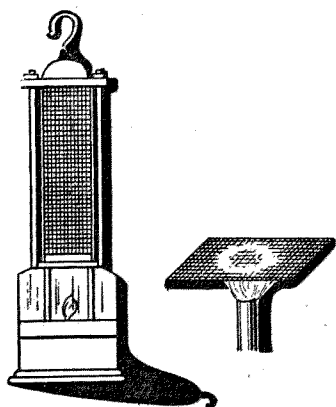


圖33. 安全燈和牠的原理。

看就可以明白的。爲甚麼緣故呢？因爲這鐵絲網能够很快的把火的熱吸收去，因此鐵絲網的上部熱得不够，

雖然也有可以燃燒的氣體，但是牠是燃燒不起來的。

假設，我們做一隻燈，外面拿鐵絲網包起來，鐵絲網中火焰的熱，因為上面講過的那個緣故，不能跑到鐵絲網的外面來，拿這樣的一隻燈，到煤礦裏面去，雖然鐵絲網的四周有許多可以燃燒的煤氣，但是火焰的熱完全被四周的鐵絲網吸收了去，燈的外面沒有足夠的熱，怎樣能夠燃燒呢？這就是安全燈的所以能夠保全許多礦工生命的理由。

上面的圖便是一隻安全燈，你看，火焰包在鐵絲網的中間，底下是一隻裝油的盒子，你想是多麼簡單的科學原理呀！然而他能夠救很多人的性命。倘使沒有這個燈，我們怎樣從這黑暗的煤礦裏把煤拿出來呢？

元 素 和 化 合 物

47. 元素和化合物。

以前的許多試驗，已經告訴我們造成地球的物質究竟是些甚麼東西。化學家早已做過許多的試驗，所以地球上一切物質的成分他們都知道了。化學家的事業與天責便是試驗每一種他所見到的東西，他必須去曉

得牠是甚麼東西做成的。

化學家把所有的東西，無論是從空氣裏拿來的，或是從海裏拿來的，或是從地球的內部拿來的；無論牠本來是礦物，牠本來的植物，或是動物，都拿來試驗。他們發覺，所有的物質，可以分成二大類：

(1) 元素，或稱單體——是不能再分成幾種不同的物質的。

(2) 化合物——可以想法把牠分成二種或二種以上不同的東西的。

48. 關於化合物。

在氣體中，氧是元素，（即單體，）沒有旁的東西可以從氧裏拿出來的；氫是元素，理由也是一樣。但是煤氣可不是了，牠是化合物，因為我們可以使牠分成二種完全不同的東西，即是碳和氫。碳酸氣也是化合物，因為牠是碳和氧化合而成的。在液體中水是化合物，我們已經研究過，有許多法子，可以證明水裏有二種元素，氫和氧。同樣的，有許多固體是元素，有許多是化合物。三仙丹（氧化汞）是化合物，因為我們可以從三仙丹裏拿出金屬汞和氧；大理石是化合物，因為我們可以從大

理石裏拿出生石灰和碳酸氣；食鹽也是化合物，從食鹽裏可以拿出一種黃綠色的氯，和一種旁的金屬，我們叫牠鈉；硫酸銅也是化合物，從硫酸銅裏可以拿出光亮的銅和其他東西來的；但是硫，碳，磷，銅，鐵，銀，金，這許多的東西，都是固體的元素，或是說單體的固體，化學家是不能從這些東西裏，拿出旁的不同的東西來的。

49. 混合物與化合物。

在這裏有一件事應當注意：有許多物質譬如說空氣，雖然也可以分成幾種不同的物質，可是牠並不是化合物而是混合物。現在我們拿在“火”這一章中所說到的消石灰和硫化銅做例，說明混合物和化合物的不同。

第一點，我們知道，硫和銅結合做成硫化銅；水和生石灰結合做成消石灰的時候，都會發生熱或光的，可是我們假設拿氧和氮混合，做成空氣，却並沒有熱或火光等的現象。其次，硫和銅結合做成的硫化銅，和原來的硫的性質是完全不同的；水和生石灰結合而成的消石灰，性質也和原來的水與生石灰完全不同的。而氧和氮做成的空氣，性質却和原來的差不多，氧是能幫助他物燃燒的，由氧和氮結合而成的空氣，也能幫助他物

燃燒。氮是不能幫助他物燃燒的，所以空氣助燃的能力比氧要差一些，因為空氣中有不助燃的氮存在着。

因此我們知道，像硫和銅，水和生石灰，結合的時候，會發生光或熱，結合而成的物質，與原來的物質完全不同。這樣的結合，我們叫牠化學的結合，或叫化合。而氧和氮合成的空氣，合成的時候並沒有發生熱或光的現象，合成的物質，性質又和原來的差不多，氧和氮並沒有發生化學變化而變成一種新物質，祇能叫牠混合。

由化合而成的物質，我們叫牠化合物。由混合而成的物質，我們叫牠混合物。消石灰是化合物；硫化銅是化合物；空氣却不是化合物而是混合物，化合物的成分是一定不變的。混合物的成分却並不一定。空氣的成分，雖然普通都是氧 21%，氮 78%，我們知道溶解在水中的空氣，（空氣也能溶解在水中的）成分却是氧 35%，氮 65%，倘是空氣是化合物，那麼雖然溶在水中，成分也決不會變的。普通空氣成分常是一定，那是因為一方面由燃燒，呼吸，腐敗等等使空氣的變化（減少氧，增加碳酸氣。）和植物的作用使空氣變化（增加氧，減少碳酸氣。）彼此相等，彼此相消的緣故，而且空氣的體積非常大，風又常

常吹動，即使局部有變化，經風一吹後，也不覺到了。

50. 關於元素。

許多化學家把我們四周的一切，繼續不斷的試驗着，他們發覺在地球的上部，在地球裏面，或是在地球表面的一切物質，都是九十幾種元素中所做成的。九十幾種元素，有許多是氣體，有許多是液體，大多數是固體。有許多元素是普通的，在地球上是非常多的，有時單體的自由存在着，有時和旁的化合而成一種化合物存在着，譬如說氧，牠在空氣裏是一種單體，但有時却和氫化合而成水，和許多別的元素化合而成各種氧化物。有許多元素在世界上是很少很少的，有的祇有幾處地方有那種元素，並且也沒有多大的用處。

爲便利起見，我們把所有的元素又分成二大類，一類叫金屬，如鐵，銅，金，銀，還有一類叫非金屬，如氧，硫，碳；金屬和非金屬是容易分別的，表面上也能看出來。

非金屬的元素祇有二十種，其餘的都是金屬元素。

下面是一個重要元素的表：

非金屬元素	氧	氫	氮	碳	氯	硫	磷	矽	
金屬元素	鐵	鋁	鈣	鎂	鈉	鉀	銅	鋅	錫 鉛
	汞(水銀)			銀	金				

各種元素，各有牠不同的性質，用這不同的性質，我們可以把這一種元素和那一種元素分別出來。有些元素的性質是差不多的，有幾種元素的性質却差得很多。譬如說鉛和錫的性質是差不多的，氫和氧的性質却差得很多。當我們研究元素怎樣才會化合而成化合物的時候，我們發覺頂不類似的元素，才能化合。錫和鉛是沒有化合物的，因為牠們重要的性質是很類似的。氫和氧的性質是完全不一樣的，因此可以化合而成一種性質完全和氫氧不同的水。所以我們說，幾種元素化合，一定是這一種元素和那一種不相像的。

非金屬元素

氧和氫，已在地球和水這二章中說過了，現從氮說起。

51. 氮

氮是一種無色，無味，看不見的氣體，在空氣中是自由存在着的，我們可以燃燒一小塊磷，把空氣中的氧除去了（試驗 6），剩在瓶中的便是氮，許多化合物如硝酸，硝石，鹵精（阿摩尼亞）等都含有氮的。在動物的皮肉裏也有許多氮和旁的元素的化合物存在着。氮是

不容易和旁的東西化合的，牠是一種很安定的氣體，牠不能自燃，也不能助燃，也不能幫助動物的生長。氮雖然沒有毒，但是把動物放在氮裏面，也要死的，因為動物得不到牠們所需要的氧的緣故。

52. 氮和氫，氧化合，變成硝酸。

試驗37. 硝酸是可以由硝酸鉀加硫酸製得的。把硝酸鉀和硫酸都放在一隻曲頸瓶裏，一隻燈在瓶的底下燒，再用一隻燒瓶，放在一盆冷水裏，收集從曲頸瓶裏發出來的氣體，幾分鐘之後，一種黃色的液體在瓶子裏收集起來了。這便是硝酸，這種酸的酸性很强，有腐

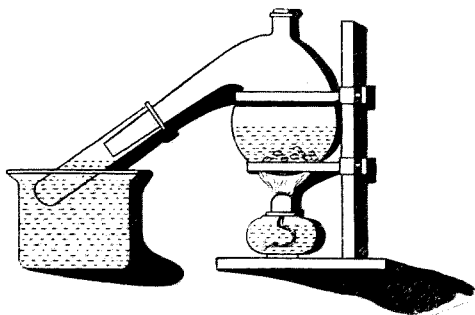


圖34. 用硝石和硫酸製硝酸。

蝕作用，當你的手遇到牠的時候，會使你的皮膚有一個黃色的斑點。牠可以使藍色石蕊試液變紅。我們知道苛性鉀是鹼類，可以使紅色石蕊試液變藍的。倘使加一些石蕊試液到苛性鉀的溶液裏，再一點一點的把硝酸倒下去，這藍色的石蕊試液就變色了，因為這酸已被這鹼類

的苛性鉀中和了，把這液體放在小的磁盆裏燒，一直到水燒去爲止，便有一種白色的固體剩留在磁盆裏，這是硝酸和苛性鉀化合而成的硝石，這酸和鹼中和而成的硝石，不能使藍色石蕊試液變紅，又不能使紅色石蕊試液變藍，所以我們稱牠中性。

這種由酸和鹼中和而成的中性物質，我們稱牠爲鹽類。總括起來說，酸類，鹼類，鹽類的區別如下：

(1) 酸類物質，牠的味是酸的，牠有腐蝕性，牠可以使藍色的石蕊試液變紅。

(2) 鹼類物質，牠可以使紅色石蕊試液變做藍的，牠有中和酸的能力。

(3) 鹽類物質，是酸和鹼化合而成的中性物質。

由此我們又知道二種性質不同的東西會互相結合的。像硝酸和苛性鉀，牠們可結合而變成一種性質完全不同的中性物硝酸鉀。

硝酸的用途非常大，在工業上，可以製造人造絲，照片的軟片，和許多小孩子的玩具。在軍事上可做炸藥，現在大規模的製造硝酸，是用電把空氣中的氮和氧化合變成氧化氮，再把這氧化氮溶解到水裏做得的。你想用這個法子製造硝酸，所需的原料祇是空氣和水，多麼便

當呢？

53. 鹵精。

還有一種重要的氮的化合物，那便是鹵精，鹵精又叫做阿摩尼亞，是一種很臭的氣體。鹵精是怎樣製出來的呢？這很容易的，祇要拿一種白色的叫做“氯化銨”的粉，和生石灰混合放在一個瓶裏燒，一燒之後，就有一種很臭的氣體出來，那便

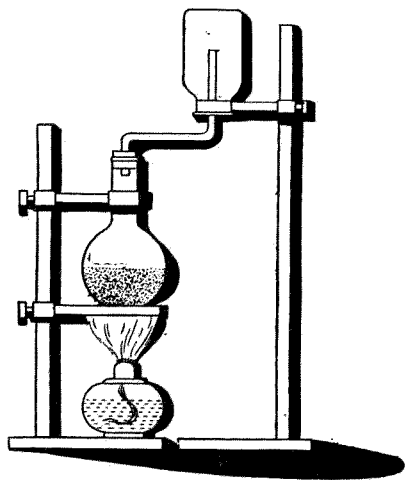


圖35. 製 鹵 精。

是鹵精。把鹵精從一個彎的玻璃管裏通出來，通到一個倒掛着的空瓶裏，這比空氣輕的鹵精，便把瓶裏原有的空氣趕走，自己占住在這瓶裏了。

鹵精是能夠溶解於水的，有鹵精溶解着的水，我們叫牠鹵精水。鹵精水是一種鹼性的物質，倒一些紅色的石蕊試液下去，馬上會變做藍色，倘是我們被蜜蜂刺了

一下，可以拿些鹵精水擦那刺過的地方，蜜蜂使我們痛，因為牠有一種酸，刺過之後，留在我們的皮膚裏，這留在我們的皮膚裏的酸繼續不斷的腐蝕着，於是痛了，這鹼性的鹵精把這蜜蜂所給我們的酸中和了，因此可以不再痛下去。

鹵精又名氨，用途也是很大的。鹵精和硫酸化合，變成硫酸銨，那即是肥田粉。鹵精也可以加大壓力，變成鹵精的液體，夏天你吃冰的時候，你奇怪這冰的來歷嗎？夏天的冰，大都是用鹵精製造的，把水裝在洋鐵製的水箱裏，在這水箱外面，圍住許多鐵管，這許多鐵管子中是有鹵精液體的，這鹵精液體吸收水裏的熱量，自己再變成了氣體，而使水冷了下來，變成了冰。自然囉，製造冰的時候，並沒有那麼簡單，但是講到原理，實在是非常簡單的。

工業上的鹵精，大多是從煤氣中取得的，我們不是知道把煤蒸餾所得到的煤氣裏，也有鹵精嗎？近來又有人把空氣中的氮和水中的氫拿來，用種種的方法，叫牠們化合而成鹵精，上海現在發起一家天利氮化合物廠，就用這個方法製造鹵精的。

54. 碳,金剛石和石墨也是碳做成的。

這是一種固體的元素，我們知道在煤炭和焦炭裏存在着。還有一種是無色堅硬的寶石，我們叫牠金剛石，還有一種軟的物質，做鉛筆用的，叫做石墨，這二種不同的物質也是碳。我們怎樣能夠知道這種外表完全不同的固體，在成分上說起來是屬於同一種元素呢？我們知道拿一塊炭放在氧裏燃燒，可以得到一種碳酸氣，假使我們拿石墨和金剛石分別放到氧裏燃燒，那也都可以得到碳酸氣。因此我們可以決定這三種物質：炭，石墨和金剛石都是含有碳的，但是除了碳之外，還含些甚麼東西呢？沒有了，因為我們拿 12 公分的炭，12 公分的石墨，12 公分的金剛石分別的燃燒。每種所變出來的碳酸氣的重量都是一樣的，都是 44 公分，所以珍貴的金剛石和普通的炭，雖然看起來每種是很不相同，可是牠們的成分恰都是同一種的碳。

一切動物和植物的主要部份都是碳所做成的，把一塊肉燒焦，就變成了黑色的碳，倘是把這黑色碳再燃燒，碳也會慢慢的消滅，變成碳酸氣。

試驗38. 要證明植物裏含有碳，可以拿一些白糖放在一隻玻

璃杯裏，拿一些些溫水使糖變成一種濃厚的糖漿。倒一些濃硫酸下去，這種糖漿就立刻變成黑色了，糖裏是含有碳的。你現在是看到了。

你想，倘使在這地球上沒有這碳的元素，結果怎樣呢？那必定一切動物和植物都沒有了，那是多麼大的一個變化呀！

碳不僅在植物中存在着，空氣裏所有的碳酸氣，也是碳的化合物。在岩石裏也有碳，像大理石，石灰石，白堊等，都是碳的化合物。

55. 氯是可怕的毒氣。

氯是和上面已經講過的許多元素大不相同的，牠是黃綠色的氣體，有很強烈的臭氣，動物吸了進去，要中毒的。我們不能在自然界中找到單獨狀態的氯，但是可從一種很有用的氯化物中取出氯來。那種化合物，就是食鹽，食鹽是鈉和氯的化合物，我們又稱牠氯化鈉。

試驗39. 把一種黑色的粉叫二氧化錳，和食鹽混合起來，放在一隻燒瓶裏，倒一些稀硫酸到這混合物上，在這瓶口的木塞上，插一個彎的玻璃管像 36 圖一樣。把這燒瓶稍稍的加熱，就有一種比空氣重，帶黃綠色有刺激性的臭氣出來，收集在那隻乾燥的玻璃筒裏了。留心不要把氯吸進鼻去，吸了進去，你要咳嗽，並且肺要發炎的。氯很

容易和金屬化合，變成一種氯化物，我們放一些金屬的銻到裝有氯的瓶裏，銻就發出很亮的火花，和氯化合變成一種氯化銻的白煙。由此我們知道物質並不是一定要在氧中才能燃燒，在氯中也能燃燒的。

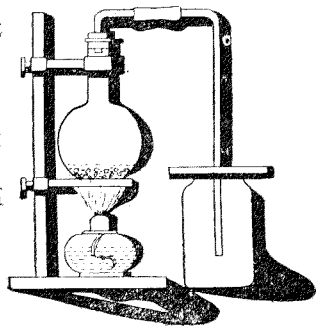


圖36. 製氯。



圖37. 毒氣戰爭面罩及急救。

拿一枝燃燒的蠟燭放進氯的瓶裏，很濃的黑煙出來了。這蠟燭在空氣裏燃燒本來是沒有黑煙的，爲什麼放到氯的瓶裏會有很濃的黑煙呢？這是因爲蠟燭裏的一部份氫和氯結合而成氯化氫，還有一部份的碳，現在分離了開來，於是單獨的變了黑煙出來了，氯是一種很活潑的元素，牠很歡喜和旁的東西化合的。

當 1915 年歐洲大戰的時候，德國在伊泊爾（Ypres）地方，第一次把氯壓在鋼筒裏，趁着優勢的地位和方向，將這有毒的氣體送到法國的陣線中去，當時有一個實地目睹這次戰奪的人，這樣說：

“當我們從密閉的隱蔽房中，走向空曠的地方來寬暢一回的時候，我們的視線，忽然被北面濃密火光吸引着，那邊的陣線是法國人所把守的。這顯然是一場劇烈的攻戰——我們便急切的戴上望遠鏡來觀察這一方面的詳情，可是我們不望猶可，一望真令人心胆俱裂。——只見兵士們狂亂的奔逃竄逐，整個的戰區在紛亂雜沓之中。

“法軍的前鋒敗退了——這話突然傳徧了軍中，正是誰也不相信的。但見綠灰色的煙霧，籠罩着他們的軍隊，掠過這一片田野，慢慢地轉爲黃色，隨便甚麼東西，凡觸接到的，都被毀壞，草木也都枯萎起來。無論怎樣勇武的兵士，也不能掙扎過這一種危險。

“接着中翼的法軍，也大大的動搖了，目盲的目盲，咳嗽的咳嗽，嘔吐的嘔吐，作噁的作噁，大家面部顯露可怕的紫色，嘴唇受劇烈的苦楚而不能說話了。他們的後方呢，在積滿毒氣的戰壕裏，祇望見縱橫枕藉的千百勇士的屍骸。”（自化學戰爭概論）

毒氣在戰爭上的効力是多麼的偉大呀！從此之後，各國對於毒氣非常注意了。各國的化學家終日的在實驗室中研究創造新奇的毒氣，或是設計防禦各種毒氣；到歐戰將終的時候，毒氣的種類是非常多了。戰爭所用的毒氣彈，已是勝過強烈的炸彈的 $1\frac{1}{2}$ 倍了。那時的戰爭，真可以說是化學的戰爭。

戰爭用的毒氣，種類雖然很多，可是大都用氯做成的。所以歐戰的時候，氯的消耗非常大。在1918年秋季，

美國全國每月製氯約19,000噸

法國全國每月製氯約 1,500噸

德國全國每月製氯約 5,800噸

每月製造這麼多的氯，真是驚人！戰爭時製造毒氣的工廠，大都是平時的化學工廠改成的，我們中國化學工業很不發達，現在能夠製造氯的工廠，祇有上海天源電化廠，可是產量也不大。毒氣在戰爭上的効力既然這

樣大，將來的戰爭，一定也是化學的戰爭。我們希望中國強盛，非得多多研究化學不可。

氯還有很大的漂白和殺菌的能力，大部份的氯是用在布和麻的漂白，倘是你把一塊濕的有顏色的布放進氯裏，幾分鐘之後，牠的顏色便失去了。

把白石灰加些水，使他變成消石灰，再把氯通過消石灰，於是氯便被消石灰吸收而變成漂白粉了，所以漂白粉裏含有氯。假使加一些硫酸到漂白粉上去，就發出一種黃綠色的氣體來，這樣發生出來的氯，就可把我們的衣服顏色漂白了。

試驗40. 倘是我們拿一些漂白粉混一些水，把一塊有顏色的布放下去，這布的顏色是很難消失的；但我們把這布放在有硫酸的水裏，這顏色便漸漸的消失，再浸一二次，就完全變成白色了。這漂白的方法是由這硫酸使漂白粉當中的氯脫離出來，把顏色破壞的。

我們可拿一些漂白粉先和很少的一些水調和，變成泥漿一樣，再加多一些的水，拌攪一小時，再過濾，現在漂白粉是溶解在水裏了，濾下來的不過是一些無用的雜質。把濾下來的漂白粉溶液沖淡，再拿所要漂白的布（先用肥皂洗一下）浸在這水裏，二三小時之後，把牠拿出來，在很稀的硫酸或鹽酸裏（一大盆的水，稍加一些硫酸或鹽酸，便

得了)浸二十分鐘,於是拿出來,用肥皂仔細的洗,除去存留在布上的氯,布就漂白了。

56. 硫。

硫是一種黃色固體的元素,粉末狀的,我們叫牠硫華;棒狀的,我們叫牠硫黃棒。倘是把一塊小的硫黃放在一隻燃燒匙裏燒,這硫黃起先是融解,再次是沸騰,最後發出一種藍的光焰而燃燒,燃燒成的硫黃臭氣充滿了全房間裏。

硫黃當燃燒的時候,和空氣中的氧化合,便成一種沒有顏色的二氧化硫氣體,這二氧化硫也有漂白作用的。一頂草帽黃黑了,可把牠放在二氧化硫的氣體中放一二小時,這黃黑的草帽現在又變成新的一樣了。這二氧化硫還可和氧化合,變成三氧化硫,把這種三氧化硫溶解於水,便成了用途非常大的硫酸。硫酸是油狀的液體,真是化學品之王呢,有許多大的工廠,一天到晚的製造出大批的硫酸,供給許多染色,印花,製紙,肥料,硝酸,炸藥,染料等工廠的需要。許多別的酸都可以用硫酸來製造出來的,又可以和許多金屬化合,做成硫酸鈉,硫酸鐵等。一個國家工業發展的程度,可以依照硫酸消

費量的多少而定的。

在火山的附近，可以找到單獨的硫，許多金屬的礦物，大都是硫化物。把這種金屬的硫化物加熱，硫就變成氣體跑了出來，普通用硫化鐵（黃鐵礦）放在硫窯裏（如下圖）加熱，硫的蒸氣便從那個彎的管子裏出來，後來因為冷，又變成固體的硫黃。

硫黃除了做硫酸外，還可以做火柴的頭。因為牠很容易燃燒；又可以和木炭，硝石等合起做炸藥；橡皮工業，製紙工業中，也是要用到硫黃的；並且又可以殺虫，我國的爆竹也是用硫黃做的。

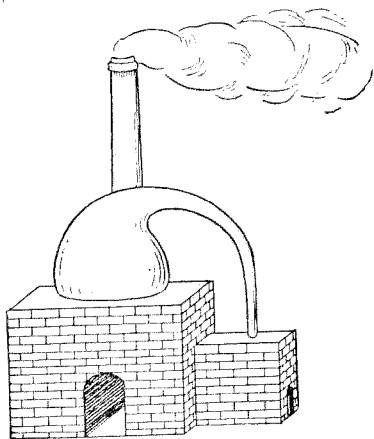


圖38. 硫 窯。

57. 製造火柴的磷。

磷是一種在自然界中沒有單獨存在的元素。通常牠在動物的骨頭裏和氧，鈣化合而成一種磷酸鈣存在着，當骨燃燒的時候，有一種白色固體叫做骨灰剩下來，從這剩下來的骨灰裏，我們可以製造磷。

磷像碳一樣，有二種：一種是黃磷，一種是紅磷，這二種磷的性質是很不同的。

試驗41. 拿一個小的鐵盆，放在一隻三腳架上面，仔細的切二塊磷，一塊紅磷，一塊黃磷，（一定要在水裏切的，在空氣裏牠便要氧化而燃燒起來，要燒痛你的手指的。）把這二塊磷放在那個鐵盆上，拿一個酒精燈放在底下燒，你看，這黃磷立刻發出一種濃厚的白煙燃燒了，而這紅磷呢，要等幾分鐘才會燃燒。黃磷是比紅磷容易燃燒得多，因此黃磷平常一定要放在水裏的，而紅磷不放在水裏也可以。

磷當和空氣中的氧化合時，所變成的那種白煙叫五氧化二磷，可以溶解在水裏的，在試驗6裏我們已看到了。磷是可以製造火柴的，把黃磷混和膠水及氯酸鉀或二氧化錳，黏附在浸過油的細木條的一端，便成了一種在砂紙上或其他粗糙東西上摩擦便發火的紅頭火

柴 這種火柴因爲太容易發火，並且製造的時候很不衛生，所以市上已經少見了。現在我們常用的火柴叫安全火柴，安全火柴上黑色的頭，是氯酸鉀和硫黃的混合物，盒邊上那塊黑的紙，附有紅磷，三硫化銻和玻璃粉等的混合物，把火柴的頭，在盒的邊上一擦，盒邊上附着的一部份紅磷，就把火柴頭上的硫黃燃燒起來了。

58. 矽和石英中含有的矽。

矽是一種和磷差不多的元素，在自然界中，很少單獨存在的，牠和氧化合，變成一種二氧化矽，這種二氧化矽，便是我們日常所見的砂，水晶，石英等等。矽也可以和氧與氫化合而變成一種矽酸，矽酸又可以和金屬化合變成一種矽酸鹽。陶器是一種矽酸鹽，玻璃也是一種矽酸鹽，是玻璃砂（氧化矽），石灰，蘇打……這許多合起來做成的。

矽自己是一種黑色的結晶，地球除了一部份是金屬外，大部份都是矽做成的，現在我們再來講幾種金屬元素。

金 屬 元 素

59. 鐵是最有用的金屬。

我們先來講鐵，因為鐵是項重要的一種金屬。倘是世界上最沒有鐵，那麼火車和機器也沒有了，水管和鐵塔也沒有了，連小刀和針都沒有了。古時候的人，不知道把鐵拿來用，他們只能拿石塊來當刀；火車，機器，那更不要說起了，你想是多少不便呀！

鐵是從礦裏來的，主要的鐵礦，有赤鐵礦，磁鐵礦，褐鐵礦等，大都是鐵和氧的化合物。把鐵礦和炭一起加熱，鐵礦裏的氧就和碳化合而成碳酸氣出來，金屬的鐵剩留下來了，這剩留下來的鐵是不純粹的，裏面含有3—5.5的碳，我們叫牠生鐵（即鑄鐵）。生鐵可以融解，倒到模型裏做種種的器具，自來水的管子和機器的輪子等等。生鐵的性質是硬而脆的，我們假使把生鐵裏的碳，再設法燒去，就變成熟鐵了。熟鐵的性質，和生鐵大不相同，牠很柔軟，因此也叫牠軟鐵。這種鐵雖然不能鑄造，但是可以鍛煉，因此又叫做鍛鐵。常見的鐵皮，鐵絲，便是鍛鐵做成的。

還有一種鐵叫鋼鐵，鋼鐵不像生鐵那樣容易破斷，又不像熟鐵那樣柔軟，牠可以鑄造，也可以鍛煉，牠是具

有着生鐵和熟鐵的優點的。用途非常大，一切的機器都是鋼做成的，鎗炮是鋼做成的，現在文化和工業這樣發達，可說完全是鋼的功績。

鋼並不是純粹的鐵。生鐵，熟鐵和鋼鐵三種鐵中，生鐵中所含的碳最多（3—5.5%）；熟鐵中含的碳最少（0.05—0.2%），鋼鐵中的碳，比生鐵少一些，比熟鐵多一些，介乎生鐵與熟鐵之間（0.8—1.6%）。我們可以把生鐵放在一隻耐火磚做成的爐裏，由爐子的下部，把很熱的空氣壓進去，這熱的空氣便和生鐵中的碳化合而燃燒起來，這樣，生鐵中的碳和其他的雜質都除去了，再把一定量的純粹生鐵加進去，使這一爐鐵中含有的碳，剛在0.8—1.6%之間，便是鋼了。把熟鐵加熱，再加炭下去，使熟鐵中的碳增加一些，也可以變成鋼。

中國近來工業一天一天的發達了，每年需要的鐵和鋼，大都是從外國買來的。每年從外國買鐵所流出的金錢，總有一萬萬元，要中國富強，工業發達，非快快多設煉鋼廠不可。

倘是我們把鐵放在空氣或氧中燃燒，我們就得到一種鐵的氧化物，那便是鐵放在濕的空氣中所生的鐵

鏽。

試驗42. 倘使倒一些稀硫酸到玻璃管裏的鐵屑上去，就有一種氣體慢慢的發出來了，把這玻璃管加一加熱，氣體出來得更快，這種氣體會在管口燃燒起來，那就是氫。鐵溶解在硫酸中，變成了一種硫酸鐵(俗稱綠礬)，同時把硫酸裏的氫趕了出來。倘是你現在在這玻璃管再倒一些清水，並且用一張濾紙把那液體濾一濾，你可以得到一種差不多無色的溶液，把這溶液蒸發，當再冷下來的時候，硫酸鐵就結晶出來。

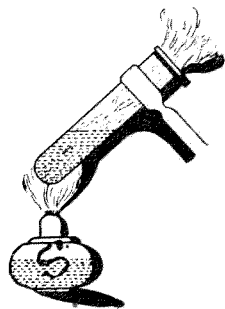


圖39. 鐵加硫酸製氫。

60. 鋁是陶土中含有的金屬。

現在我們要講這一種從陶土裏拿出來的金屬了，沒有一個會相信這很光亮，銀白色的金屬，是從普通的陶土裏拿出來的，但是化學家能够那樣做。

把鋁在空氣中加以強熱，就變成一種白色的氧化物，這種鋁的氧化物，便是陶土。把陶土裏的氧除去，很不容易，現在的鋁是用電解的方法製出來的，因此價錢很貴。鋁的用途非常廣，可做一切攜帶用具，飛機，和其他的機器，牠是一種很輕的金屬。

那種白色的明礬，也含有鋁的。

61. 鈣是石灰中含有的金屬。

鈣也是一種很不容易找到單體的金屬元素，可是牠的化合物却非常普通。例如生石灰是氧化鈣；大理石，石灰石，白堊都是碳酸鈣；石膏是硫酸鈣；骨頭是磷酸鈣；地球上隨便那裏都有鈣的。

試驗43. 用大理石和鹽酸製碳酸氣的時候，（試驗29）在瓶裏剩下來的液體是有氯化鈣的。把那液體濾過燒乾，一層白的粉便留下了，這一種白色的粉叫氯化鈣。記得嗎，在試驗20的時候，我們拿牠來吸收水使氫乾燥，倘是把那乾燥的氯化鈣固體在空氣裏放幾小時，牠會變成液狀的，因為牠把常在空氣中存在的水蒸氣吸收了。

把一塊小的氯化鈣溶解在一個玻璃管的水裏，倒一些清潔的碳酸鈉溶液下去，二種清潔的液體一併合起來，立刻變為牛奶一樣的混濁。為甚麼呢？因為碳酸鈣變出來了。碳酸鈣是不像氯化鈣那樣的會溶解於水的，所以沉澱下來了。我們又可以用公式表示如下：



（沉澱）

62. 鎂條。

在晚上或是黑暗的岩洞中拍照，他們常把一種灰白色的金屬條燃燒起來，這種金屬就是鎂，鎂燃燒的時候，發生很光亮的光輝，於是便可以像白天一樣的拍照了。

試驗44. 拿一根鎂條，6吋或8吋長，放到火裏，這金屬就立刻發了火，非常耀目的燃燒起來了，最後變成了白粉，落下來。這白粉大部份是鎂和氧的化合物，叫氧化鎂。

試驗45. 倘是把這白粉收集起來，放在一個玻璃管裏，加幾點硫酸，熱一熱，這白粉就溶解了，把這清潔的溶液放在一隻磁盆裏，把大部份的水用火燒去，當冷下來的時候，一種長的針狀的結晶在這盆子裏現出來了。這結晶叫做硫酸鎂，是硫酸和鎂的化合物，可以作瀉藥用的。

在自然界中，有許多鎂的化合物，純粹的鎂是很少的。那種鎂條鎂粉是從這鎂的化合物中製出來的。

63. 食鹽中含有的金屬——鈉。

鈉也是一種金屬元素，我們在試驗13中拿牠來放在水中取氫的，鈉和我們普通看到的許多金屬不同，牠是不能放在空氣裏的，倘是放在空氣裏，牠會立刻和空氣中的氧結合變成白色的氧化鈉。又鈉絕對不能和

水放在一起的，鈉若遇到水，便把水裏的氧和一部份的氫拿了來和自己化合，同時把其餘的氫放出。所以平常我們須把鈉浸在火油裏，我們已經在試驗 13 裏知道要是把一塊鈉放在水裏，鈉便在水面上游泳着，氫就出來，在這鈉完全看不見之後，就變成苛性鈉，水會把紅色的石蕊試液變藍。

試驗 46. 鈉是一種很有用的金屬，自然界裏沒有單體的鈉。試驗用的鈉，是把蘇打通電製出來的。倘使是一塊鈉放在火裏燒，那牠起先是融解，後來發生很光亮的一個黃色火焰，並且還有白的煙（氧化鈉）發出來。

鈉的化合物，大部份都是很普通，並且很有用的東西。下面是幾種重要的：

普通名稱	化學名稱	含有些甚麼
海鹽，岩鹽	氯化鈉	鈉和氯
芒硝	硫酸鈉	鈉，硫和氧
洗濯蘇打	碳酸鈉	鈉，碳，氧和水
智利硝石	硝酸鈉	鈉，氮和氧
苛性鈉(燒鹼)	氫氧化鈉	鈉，氫和氧

64. 從食鹽可以製出許多鈉的化合物和鹽酸。

食鹽在地球上是很多的，從海水煮晒出來的鹽叫海鹽；四川，雲南的鹽是從鹽井裏取出來的，叫做井鹽；山西，新疆的鹽是從鑛裏採取出來的，叫做岩鹽；陝西，甘肅還有許多池鹽；鹽是人生日常必需的調味品，平均每人每年約吃鹽十六市斤。

普通的鹽是帶灰黃色的，把這種食鹽放在竹簍中，幾天之後，常有一種苦味的滷汁流出來。這種滷汁，是混在食鹽中的雜質，大部份是氯化鎂，氯化鎂是能夠使豆漿變成固體的豆腐的，所以豆腐店常要收買這種滷汁。市上賣的精鹽，是把普通的粗鹽精製而成的，那是純粹的鹽，顏色是潔白的，倘是細細的把每一粒精鹽觀察，可以發現牠們都是小小的立方體。

食鹽除了調味之外，在工業上的用途也是很大，許多鈉的化合物都是從食鹽中取的，譬如我們要硫酸鈉，我們只要拿一些食鹽放在一個瓶裏，再加一些硫酸下去，立刻一種叫氯化氫的白煙跑了出來，而硫酸鈉在瓶中剩下了。我們遇到的是：

我們用：

氯化鈉（食鹽）和硫酸

我們得到：

硫酸鈉和氯化氫氣體

這種白烟是能夠溶解於水的，氯化氫溶解於水，那就是我們常用的鹽酸。

鹽酸是可以製造染料，藥品及味精等。工業上製造鹽酸，是先把食鹽溶解在水裏，再把這食鹽溶液通電，電通到食鹽的溶液中就把食鹽分解成鈉和氯，分解出來的鈉和水中的氧及一部份的氫化合變成了氫氧化鈉，那即是製造肥皂，玻璃，紙等，所必需的苛性鈉。分解出來的氯，又和水中還有一部份氫化合，而成鹽酸，上海的天源電化廠，就是用這個方法製造鹽酸，氫氧化鈉和漂白粉的。

還有那種白的碳酸鈉（俗稱純鹼又稱蘇打，可以洗衣服，使永久硬水變為軟水，及製玻璃，肥皂，製紙，染色，煉油等用。）也是從食鹽製造出來的，天津的永利碱廠，就是用食鹽製造碳酸鈉的工廠。

65. 鉀。

鉀是一種和鈉性質差不多的金屬，放一塊鉀在水裏，牠和水的化合，比鈉還要快，因為化合得很快，因此

出來的氫，自己就在水面上燃燒了。

鉀的鹽類在地球上也很多的，有許多樹木的灰，含有鉀的鹽類的。下面是幾種有用的鉀鹽（鉀的鹽類）：

普通名稱	化學名稱	含有些甚麼
碳酸鉀	碳酸鉀	鉀，碳和氧
硝石	硝酸鉀	鉀，氮和氧
氯酸鉀(白藥粉)	氯酸鉀	鉀，氯和氧

試驗47. 肥皂是用油和鹼來做的，用苛性鈉來做肥皂叫硬肥皂；用苛性鉀來做的肥皂叫軟肥皂；普通的油和鹼一起煮，於是肥皂便得了。你可以很容易的把20公分的貝麻油放在一隻深的磁皿裏，加些熱水，拿3公分苛性鈉溶解在水裏，慢慢的倒下去，再把牠燒熱，當這混合物燒沸的時候，肥皂便成功了。現在做成的肥皂是溶解在水裏的。再等一二刻時候，拿一些食鹽放下去，使牠溶解，這樣肥皂就被趕出來，浮在水面。冷下來的時候，便變了白色的固體，拿出來就可以洗東西了。隨便甚麼油都可以做肥皂的，我們現在用貝麻油，因為貝麻油比旁的東西要容易做些。

現在我們要再講幾種有用的金屬，其中有些是比較貴一些。

66. 銅。

銅是紅色的金屬，可以做鍋子，銅元，銅絲用的。單體的銅在礦物中也有，那就是自然銅。還有一種重要的銅礦，是銅和硫的化合物，叫黃銅礦，把黃銅礦中的硫拿去，便可得到純粹的銅。

銅可以和別的金屬合起來做成一種合金，像白銅假金等等。把銅放在空氣中燃燒，牠的顏色就變了，在銅的面上，罩着一層黑色的氧化銅，這黑色的氧化銅我們在試驗20中用過的。

試驗48. 倘是你拿一些銅片放在試驗管裏，再倒幾點硝酸下去，有一種褐色的氣體從硝酸裏出來，銅是溶解了，變成一種藍色溶液的硝酸銅。銅的化合物常常是藍色的，在試驗32用的硫酸銅，顏色不是也是藍的嗎？

67. 鋅。

鋅是一種有用的白色金屬，若在鐵皮上鍍一層鋅，鐵便變了一種不容易在空氣中氧化的白鐵。鋅的主要礦物叫閃鋅礦，是一種鋅和硫黃的化合物。鋅也可以和別的金屬混合變成合金的。白銅便是鋅和銅的合金。

試驗49. 把一些鋅溶解在硫酸裏，（試驗15）可以發生氫。把

製造氫時所得的液體濾過，再蒸發，等到冷下來的時候，就結晶出白色硫酸鋅。倘是把鋅在空氣中強熱，就變成氧化鋅。

68. 錫。

錫是一種亮白的金屬，和鋅一樣的可以鍍在鐵板上防止鐵板的生鏽，這鍍錫的鐵片叫馬口鐵。錫的主要礦物叫錫石，那是錫和氧的化合物，把錫石和炭一起加熱，炭把錫石裏的氧分出，就可得純粹的錫了。

試驗50. 拿一些錫石的粉和一些碳酸鈉的粉混合起來，放在那塊炭的小孔裏，用一個吹管，像圖上一樣把火焰吹到炭上去，立刻這混合物融解了。這樣的吹了幾分鐘，小孔附近那部份的炭用小刀割下來，放在

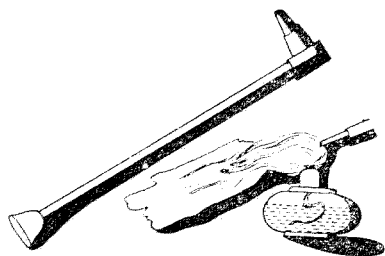


圖40. 用吹管把火吹到錫石上去。

一隻研缸裏研成粉，把這粉末（有炭又有錫）放到水裏去，那輕的炭粉就浮在水上，重的錫就沉在水底裏。在這個試驗中，氧化錫中的氧是和炭化合成碳酸氣出來，而金屬錫留下了。

69. 鉛。

鉛是一種青白色的重金屬。很容易融化，又很容易切斷，並且在空氣中又不容易氧化，所以是很有用的一種金屬，可以做自來水的管子，和別的許多東西。鉛的主要礦物叫方鉛礦，是硫和鉛的化合物。

下面是幾種鉛的有用化合物：

普通名詞	化學名詞	含有些甚麼
碳酸鉛	碳酸鉛	鉛，碳和氧
密陀僧	一氧化鉛(黃色)	鉛和氧
鉛丹	四氧化三鉛(紅色)	鉛和氧
醋酸鉛(鉛糖)	醋酸鉛	鉛，碳氫和氧
鉻酸鉛	鉻酸鉛(黃色)	鉛，鉻和氧

鉛丹，鉻酸鉛，鉛白，都是做顏料用的。至於通常所稱鉛筆的黑鉛，却並不是鉛，那是石墨，是純粹的碳。

試驗51. 拿一些鉻酸鉀的溶液，加到一玻璃管中有醋酸鉛溶解着的水裏，就有一種黃色的鉻酸鉛沉澱在瓶子裏。

在混合之前 鉻酸鉀和醋酸鉛(二種都是溶解的)

在混合之後 鉻酸鉛 和 醋酸鉀

(不溶解)
(黃色的粉) (溶解的)

70. 汞。

汞也叫做水銀，在平常時候是一種液體的金屬，牠的價格很高。除了做溫度計（量熱度的表），氣壓計（量空氣壓力的表）外，還可以做鏡子。汞在平時不會和空氣中的氧化合，祇是加熱的時候，氧化而成氧化汞，那便是可以製氧的三仙丹（試驗30）汞也像水那樣的可以沸騰。牠的氧化物是很毒的，但有時少量汞的化合物，可以做藥。

在礦物中，汞常和硫化合，而成一種硫化汞存在着。這種硫化汞叫做辰砂。牠的顏色是紅色的，這辰砂放在玻璃管中加熱，辰砂就會分解而成汞和硫黃。市上賣的水銀，大都是把辰砂加熱製出來的。

特別紅的辰砂又叫朱砂，書塾的先生，改卷所用的銀朱，也是硫化汞，不過是人工由汞和硫化合製造出來的。

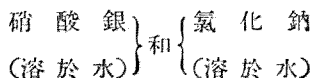
71. 銀。

銀是一種很貴的金屬，墨西哥是產銀出名的。銀爲甚麼值錢呢？因爲牠不容易氧化。可是銀和硫放在一起，也能和硫化合而變成一種黑色的硫化銀。銀是做裝

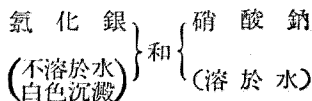
飾品及銀幣用的，中國的銀元，約含有銀百分之九十，普通的角子（毫子）約含有銀百分之八十。

試驗52. 銀元裏除百分之九十是銀外，其他的部份便是銅和別的金屬。銀元裏有銀和銅我們怎樣證明呢？拿一塊銀元或是角子，放在一個試驗管裏，倒一些硝酸下去，立刻一種褐色的煙從硝酸裏出來，倘是加熱，所有的銀便溶解在硝酸裏了，這樣得來的化合物叫做硝酸銀，是可以試驗食鹽的（試驗22），假使拿一些食鹽的溶液，倒到這有銀溶解的硝酸裏，便有一層白色不溶解的氯化銀沉澱下來。

我們用



我們得到



現在用一張濾紙濾一下，這澄清的溶液有藍的顏色，因為所有銀的化合物已濾去，剩下來的都是銅的化合物，銅的化合物常是藍色的；拿一把擦亮的小刀放下去，立刻有紅色的金屬銅結在刀上。

72. 金。

金是比銀還要貴的金屬，牠有美麗的黃色，在自然界中常是單體的存在着。金可以拉成細的金絲，打成薄的金葉。純粹的金是很軟的，可以做金幣與裝飾品。

試驗53. 金是不能溶解在隨便那一種酸裏的，拿一小張的金葉，分成二塊，放在二個試驗管裏，在一個試驗管裏倒一些硝酸，其他一個倒一些鹽酸，二個管裏的金，是沒有一個溶解的。現在把二種液體混合起來，這金便很快的不見了。雖然單獨的一種酸是不能把金溶解，可是鹽酸硝酸的混合物（叫王水）可以把牠溶解。金是不會和氧化合的，也不會像銀一樣的會和硫化合變成硫化物，因此牠的價值更貴。

結 論

73. 化合是有一定比例的。

把我們學習火，空氣，水，及地球的結果仔細的想一想，當然是很好的一件事。現在，我們已經有了一個深刻的印像，知道地球上各種不同的物質，無論是固體，液體，或是氣體，無論是動物，植物，或是礦物，都是一種或一種以上的元素組合而成的。元素普通是不能從這種變到那一種，也不能把牠分開成二種新的元素的。

我們知道元素和元素互相的結合起來，就成了一種和原來性質完全不同的化合物。從這化合物中，又可以用種種的方法，把那原來的元素拿出來。我們又知道化合物的重量，正正確確的是這化合物中每種元素重量的總和。一切的化學變化，是不會消失重量的，我們不能創造物質，也不能消滅物質。

可以稱一切物質重量和試驗化合物成分的天秤更可明白的告訴我們。化學家把他們要試驗的一切放在天秤上稱着，於是知道水（試驗20）常常是：

16份重量的氧	16
和 2份重量的氫	2
做成18份重量的水	18

於是告訴我們水所含的二種元素比例是一定的，別的化合物也是這樣，牠們所含有的元素重量之比，總是一定不變的。譬如說，化學家仔細的稱，知道氧化汞（試驗35。）常含有：

氧	重量	16份.....	16
和汞	重量	200份.....	200.6
做成氧化汞	重量	216份.....	216.6

所以假如我們要 16 公分的氧，我們一定要預備 216.6 公分的氧化汞。從這簡單的比例，你可以計算要多少的氧化汞，才可以製出你要另一個重量的氧。

這依一定比例化合的一個定律在我們學過的一切化學變化都適用，我拿 98 份的硫酸和 101 份的硝石(試驗 37)，常常可以得到 63 份的硝酸。燃燒 24 份的鎂條，(試驗 44) 倘是一些沒有失去，我們可以得到 40 份的氧化鎂。

各種元素都依一定的重量的比例和別的元素化合着。表示重量之比的數目叫化合量。

74. 元素的化合量。

下面是一張重要元素的化合量表。

非金屬元素			金屬元素		
氧	O	16	鐵	Fe	55.8
氫	H	1	鋁	Al	27
氮	N	14	鈣	Ca	40
碳	C	12	鎂	Mg	24.3
氯	Cl	35.5	鈉	Na	23
硫	S	32	鉀	K	39

磷	P	31	銅	Cu	63.6
矽	Si	28	鋅	Zn	65.4
			錫	Sn	118.7
			鉛	Pb	207.2
			汞	Hg	200.6
			銀	Ag	108.9
			金	Au	197

在每個元素右邊的羅馬字，便是牠的簡寫化學記號，我們寫磷，祇要寫一個P。在那個化學記號右邊的數字，表示牠和別的元素化合時的一定的重量比例，這種數字都是從實驗得來的，那就是把某種元素和其他化合的許多化合物分析的結果。譬如說我們分析氧化汞，知道用16份的氧和200.6份的水銀化合，可得到216.6份的氧化汞。又如我們把硫黃和銅一起燒，(試驗5)等到完全化合之後，我們得到63.6份的銅和32份的硫結合着而成95.6份的硫化銅，倘是某一種元素多了一些，便不化合而剩下來了。16份重量的氧和56.8份的鐵結合

* 上面的表不過一些近似的數值，至於正確的數目，請參考其他化學書的萬國原子量表。

而成氧化鐵，和40份重量的鈣結合而成氧化鈣，（生石灰）又和65.4份重量的鋅，118.7份重量的錫，207.2份重量的鉛，做成各種金屬的氧化物。

化學名字簡寫的用途，除上面講述之外，倘是我寫記號O或Hg，還正確的表示牠們的化合量。例如O的意義是16份重量的氧，Hg的意義是200.6份重量的水銀。

現在我們可試寫一種化合物的化學記號了。一種化合物的記號，祇要把這種化合物所含有的元素的記號併起來就得。HgO是表示氧化汞，不祇表示這種化合物含有氧和汞，並且還告訴你氧化汞裏有多少重量的氧和多少重量的汞，因為我們知道O的意義是16份重，Hg的意義是200.6份重，所以這化學記號，或是叫分子式，是非常有用的。又如CaO的意義便是氧化鈣，或稱生石灰，正確的表示，40份鈣與16份氧，做成56份重的生石灰。ZnO是氧化鋅，就是由鋅65.4份與氧16份化合成81.4份重的氧化鋅。H₂O是水，就是兩份重的氫，和16份重的氧結合而成18份重量的水。

75. 倍比定律。

有幾種化學元素，可在數種不同的化合量比例之

下化合着，而成數種不同的化合物。譬如說氮和氧，有五種不同的結合如下：

第一種化合物叫一氧化二氮，是含有28份重量的氮和16份重量的氧。

第二種化合物叫二氧化二氮，是含有28份重量的氮和2倍的16即32份重量的氧。

第三種化合物叫三氧化二氮，是含有28份重量的氮和3倍的16即48份重量的氧。

第四種化合物叫四氧化二氮，是含有28份重量的氮和4倍的16即64份重量的氧。

第五種化合物叫五氧化二氮，是含有28份重量的氮和5倍的16即80份重量的氧。

現在我們記住N的意義是14，O的意義是16，我們很容易的可以把上列許多化合物的化學記號寫出來了。

第一種化合物含有28份重量即二個化合量的氮，和16份即一個化合量的氧化合，因此我們可以寫出牠的記號，是 N_2O 。

同樣的道理：

第二種化合物的記號是 N_2O_2

第三種化合物的記號是 N_2O_3

第四種化合物的記號是 N_2O_4

第五種化合物的記號是 N_2O_5

從這裏我們看到，後面四種化合物中所含氧，剛是第一種化合物中氧的 2 倍，3 倍，4 倍和 5 倍。我們不能隨我們的心意，製出一種含有折中重量氧的化合物來的，譬如說，我們不能把 28 份重量的氮和 20 份重量的氧化合，28 份重量的氮，祇可和 16 份，或是 32 份的氧化合；和 20 份的氧化合，那麼還有 4 份是沒有化合着，所以是不可能的。我們現在可得二條大定律：

(1) 各種化合物，其中各元素化合重量之比總是一定的——叫定比定律。

(2) 當甲乙二種元素化合而成多種不同的化合物，此種化合物與那種化合物中與一定量甲元素化合之各乙元素的重量，常互成爲簡單整數的比。

76. 化學方程式的意義。

現在我們對於講過的一切化學變化大概都已明瞭了。那些我們親眼看到或將來可以看到的一切化學變

化,也都可以用化學記號寫出來的。每一種的化學變化都是一定的。每一種情形,我們非但可以知道怎樣發生着變化,同時也能够知道做出的什麼東西有多少份量出來。讓我來舉一二個例吧,譬如製硝酸(試驗37)我們知道拿硝石(硝酸鉀)和硫酸放在一隻玻璃瓶裏燒,硝酸就蒸餾出來,硫酸鉀存在瓶裏,在這種變化裏,我們需要多少的硫酸,多少的硝酸鉀,而一些浪費都沒有呢,要找出這些來,我們先要寫出硝酸鉀和硫酸的分子式,硝酸鉀的分子式是 KNO_3 ,含有三種元素,鉀 $\text{K}=39$,氮 $\text{N}=14$,氧 $\text{O}_3=3 \times 16=48$;硫酸分子式是 H_2SO_4 ,含有氫 $\text{H}_2=2 \times 1=2$,硫 $\text{S}=32$,氧 $\text{O}_4=4 \times 16=64$;這二種化合物放在一起,硫酸裏氫(H_2)的一半和硝石裏所有的鉀(K)就換了一個位置,變成二種新的化合物,那便是(硝酸) HNO_3 (蒸餾出來的帶黃色的液體)和硫酸氫鉀 KHSO_4 , (剩在瓶裏的白色固體)這種化學變化,我們可以用下面這個方程式來表示。



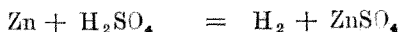
這告訴我們，在變化的時候，一些也沒有消失，所以我們計算所用的硝酸鉀和硫酸的重量的和，與我們所得到的硝酸與硫酸鉀的重量的和，也是完全相等的，我們可以用數目字來表明：

$$39+14+48 \text{ 和 } 2+32+64 = 1+14+48 \text{ 和 } 39+1+32+64$$

$$101 + 98 = 63 + 136$$

這方程式，再告訴我們，倘使拿 101 份重量的硝石，和 98 份重量的硫酸化合，恰好能夠得到 63 份重量的硝酸。所以這些數目字，可以給我們計算需要多少原料，方能製出多少硝酸。譬如我們要 10 公分硝酸，那要多少的硫酸和多少的硝石呢？我們要 63 公分的硝酸，一定需要 98 公分的硫酸和 101 公分的硝石；自然，要得到 10 公分的硝酸，祇要 $\frac{10}{63} \times 98$ 公分的硫酸和 $\frac{10}{63} \times 101$ 公分的硝石；這是一種很簡單的比例，一切的化學變化都可照這樣的計算。

讓我們再舉一個例，我們拿硫酸和鋅來製氫（試驗 15），這變化可以用下列的方程式來表示。



或 鋅 和 硫酸 得 氫 和 硫酸鋅

$$65 \text{ 和 } 2+32+64 \text{ 得 } 2 \text{ 和 } 65+32+64$$

或 65.4份的鋅和98份的硫酸得2份的氫和161.4份的硫酸鋅

那就是說倘是我們拿65公分的鋅，和98公分的硫酸，我們一定可以得到2公分的氫，和161.4公分的硫酸鋅。那麼要多少的鋅和硫酸，才可以得到40公分的氫呢？這是我們很容易回答出來的。

一樣的道理，每一種化學變化，當我們詳細知道了的時候，立刻可以寫出牠的方程式，由這方程式表示變化的情形怎樣，我們一定要預備多少的材料，才可獲得多少的生成物。

77. 化學究竟研究些甚麼？

現在我們已經把這一本小小的化學學完了。最後，讓我們回想一下吧，我們究竟學到了一些甚麼呢？

我們把以前所學到的回想，覺到我們祇不過學到許多的變化：

“把石灰水倒到碳酸氣的瓶中，清亮的石灰水變成牛奶一樣的混濁了。”

“水通電，水變成二種不同的氣體，即是氧和氫。”

“三仙丹加熱，變成水銀和氧。”

“大理石加鹽酸，變成碳酸氣和氯化鈣。”

“硝石和硫酸加熱，變成硫酸鉀和硝酸。”

“黑色的粉叫二氧化錳，和食鹽混合起來，再把硫酸倒下去加熱，會變出氯來。”

“氯化鈣的溶液和碳酸鈉的溶液混在一起，變成白色不溶解的碳酸鈣和食鹽。”

“硝酸銀的溶液和氯化鈉的溶液混合起來，變成氯化銀和硝酸鈉。”

“.....”

是的，我們祇不過學到了許多物質的變化。宇宙間的一切，真是善變呢，偉大的，奇異的，不可思議的各種變化，整年整月的在宇宙間舉行着。化學，就是研究這種物質變化的一種學問。

78. 化學的演進史。

古時候的人，雖然思想和生活是那樣的簡單，但是他們也感到人生有二個最大的缺點。一個即是窮，一個即是死。因為要富足，他們便想點物成金；因為要不死，他們便想找尋或是製造一種長生不老的藥；因為要達到這二種目的，他們繼續不斷的研究。雖然原來的目的

始終不會達到，可是無意中却發現了宇宙間許多物質變化的事實。從前的人，又爲了好奇心，努力去研究這些物質變化的原因，於是便成了現在的化學。

所以化學是從點物成金和長生不老這二個可笑的動機發生的。點物成金究竟是一件不可能的事，可是他們對於富足的慾望並不因此灰心，他們再研究，怎樣把價廉的金屬，變成黃金，或是黃金相似的物質，這一種的研究便成了煉金術的學問。在幾百年前的時候，煉金術非常盛行，有一個國家的國王，竟是癡心妄想的想應用這種法術，在國內使用偽幣。直到1782年的時候，還有一位英國人叫蒲拉斯（Price）當衆試驗水銀變成黃金，不成而自殺。

這一種煉金術，實在和化學差不多的，好像是化學未成年以前的嬰孩，我們現在化學試驗用的硝酸，王水，明礬，礬砂，硝石等等藥品；蒸餾，昇華，結晶，過濾，沉澱，煅煉等等的方法；曲頸瓶，燒瓶，燒杯等等的器具，都是研究煉金術的人所發明遺留給我們的。不過那時候的煉金術，總帶着一些神秘玄妙的意味，記載煉金術，都用一些莫明其妙的記號；並且還有許多流氓，常利用這

種法術來欺騙人。因此一般人對於煉金術的印象都是很壞。到十六世紀的時候，德國有一個叫巴拉賽兒絲 (Paracelsus)，他說：“煉金術的眞眞事業，並不是假造黃金，而是製造和醫藥。”從此之後，研究煉金術的人，都轉變了方向，對着製造和醫藥努力。這一種神秘玄妙的煉金術，慢慢的變成一種有用的學問。於是煉金術這個名詞一點一點的被人忘記，而一個新名詞“化學”却從此產生了。

1627年1月25日英國安爾蘭一個伯爵的家裏生了一小孩，他的名字叫波義耳 (Robert Boyle)，波義耳雖然生在非常富有的家裏，可是他並不像一般少爺公子那樣的終日嬉戲，不務正業，他一生爲了科學努力，在科學史中，占有很重要的地位。他說：“化學是不應該祇研究醫藥和工藝，化學並不是工藝冶金醫藥的奴僕，宇宙間，不知還有多少的奇異的事，尙沒有被人發現，了解，我們應該努力的探討宇宙的玄妙才好。”於是一般學者，努力研究真理了。1766年英人開文迭喜 (Henry Cavendish) 發現碳酸氣。1772年路德福 (Rutherford) 發現氮。1773年瑞典人賽鸞 (Kare Wilhem Scheeler) 發現氯及許多

常用的酸類。1774年普里斯烈 (Joseph Priestley) 發現氧 (養鸞亦發現氧)。1781年開文迭喜又發現水和空氣的成分，試驗氫的性質，普里斯烈又把碳酸氣溶於水做蘇打水(即現在的汽水)。化學在那時候，可說已是一點一點的發育了。可是那時化學家的思想，有些還是錯誤的，他們說燃燒，是因為物質含有火質的緣故。直到1783年賴富全把這種錯誤的思想改正之後，化學才算成人了。

79. 到了現在，化學是我們最親愛的依賴者了。

年代一年一年的過去，化學也一年一年的猛進着，從十八世紀到二十世紀，又有無數的化學家，終身的爲了化學努力，在以前世界上一切的變化都以爲是神的權力所造成的，到現在對於這些，都有相當的解釋，不再迷信神的威權了。並且他們繼續不斷的研究着化學的理論與應用。到現在我們沒有一刻可以離開化學，沒有一件事可以和化學無關，化學已是現在文明人的最親愛的一個依賴者了。

80. 衣和食離不了化學。

我們穿的衣服，大都是麻，棉，絲，毛做的，這些麻棉

絲毛，都是動物和植物所供給我們的，看起來好像化學對於衣服是沒有甚麼關係的，但是人類總愛美的，所以衣服總要染色印花。在起先，所有的染料大都是礦物或植物中拿來的，自從潘經（Perkin）發明從煤膏中製造苯胺黑（Aniline black）之後，現在常用的數千種染料，都是由化學方法製出來了。這種由化學方法製出來的染料，又不退色，又是經洗，顏色又是鮮明可愛，價格又是非常低廉，和那種天然染料，真是不可同日語的。後來又有個人叫卡徒來（Chardonnet）發明把木材用化學方法變為木漿，再和苛性鈉和二硫化碳化合物變成人造絲，現在很多的絲織品都是人造絲所做成的。沒有化學，便沒有那種鮮明可愛的染料，沒有化學，便沒有價廉物美的人造絲。誰說化學對於衣沒有多大的關係呢？

至於食，好像和化學也沒有甚麼關係的，但是我們知道植物生長給我們當食料，必須相當的肥料，這種肥料，在以前都是利用動物的糞及他種廢物。但是那種動物的糞及他種廢物的成分又無一定，並且各種植物的需要又不同，因此這種肥料總不能得到最好的效果，現在的化學家，把植物所需要的各種成分，配合起來做成

種種的人造肥料。有一種現在大家常用的肥田粉叫硫酸銨，是鹵精和硫酸化合而成的，從煤蒸餾出來的煤氣中，先把鹵精提出來，再和硫酸化合，或是把氮和氫化合變成鹵精，再和硫酸化合。總之須經過許多的化學方法，才製造成功的，除了硫酸銨肥田粉外，還有其他由化學方法造成的各種人造肥料。這種人造肥料的效力，比廢物肥料大得多。而且使用也便利得多，這樣說來，那麼食物，也間接的和化學發生很大的關係。其他的像酒和醋是米變成的，醬油是豆和鹽做成的，味精是鹽酸和麵筋化合而成的，每一件都應用到高深的化學理論，複雜的化學變化，才製造出來的。稻和麥種在田裏，將要成熟的時候，成羣的蝗蟲飛來將牠吃了去；各種食物放在空氣中，過了幾天，一種非常小的生物，我們叫他做微生物，使食物發臭，變酸，生白花，含毒。爲了要保護我們的食物，害蟲的除殺，食物的防腐便成了一種重要的工作。而殺蟲和防腐是常用到化學品的。近來生理化學非常發達，知道人每天所需要的食物，祇不過是一些碳，氫，氧和氮。法國的大化學家白德樓(Berthelot)有一次說：“化學家總得想一個辦法，使我們祇要預備一片含氮的餅，

一小塊脂肪質，一小袋的澱粉或糖或一些調味品，便可以營養我們的身體了。到這時候，化學真是成功了，我們不必再闢葡萄園和養牛場，不必殘殺生物，自然的使我們會敦厚樸實，和藹雍容，那麼目前一切的糾紛都沒有了。”

雖然這一種最經濟的合成食物還不能製造出來，然而化學和“食”的關係，也可想而知了。

81. 住和行和化學的關係更大。

講到住和行，那麼和化學的關係更大了。現在的房子，大都是水泥，鋼條所造成的。這些水泥鋼條，都是用化學方法製成的。假如沒有化學，這樣高大的洋樓祇是夢想了。房間裏所用的油漆，玻璃等等，也都是用化學方法製造出來的。現在有一種小的救火器，也是應用化學上的道理：我們知道碳酸氣是不能助燃的，在那個小救火器的裏面，是放一些碳酸氫鈉和一小瓶硫酸，當這救火器掛在牆上的時候，硫酸是和碳酸氫鈉不接觸的。火燒的時候，我們祇要把那個救火器調一個頭，硫酸和碳酸氫鈉便接觸了，發生許多碳酸氣，從小口出來，把火熄了，這種救火的器具當然比那種水龍輕便得多，家中預

備一隻，便可預防危險了，這種便利是那個給我們的呢？也是化學！汽車，飛機，火車，輪船開行的能力，是因為汽油或煤燃燒（化學變化）發生熱的緣故。所以這些交通的利器的發明，使我們便利舒服，實在都是依靠着化學的能力。汽車，飛機，輪船用的油，也是用化學方法由地上油礦中提煉出來的。現在汽車油的消耗一天一天的大起來，有許多人都擔憂着，在不久的將來，全世界所藏的汽油一定要用完。假如全世界上所藏的汽油用完了，那麼一切全靠着汽油的汽車，飛機，都不是要變成廢物了嗎？可是不，偉大的化學，早已替我們設法，幾年之前有一位化學家已發明把打細的煤粉在很高的溫度（ 400° — 450° ）很大的壓力（100—200大氣壓力）之下，和氫化合，煤粉和氫化合，便做成一種液體，其中有 $\frac{1}{3}$ 是汽油， $\frac{1}{3}$ 是柴油，其他是機器油等等。自從這個方法發明之後，大家對於汽油的憂慮是減輕了不少。最近我國湯仲明和湖南建設廳，都努力的研究木炭汽車，現在

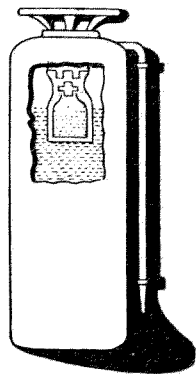


圖41. 救火器。

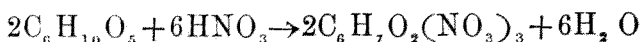
也已有相當的成功。據湖南建設廳的試驗，木炭汽車和汽油汽車的駕駛方法和安適完全相同，並且非常經濟，開行九十八華里，需時七十七分鐘，祇用木炭四十二磅，所費比汽油可省十分之九。又有許多人研究酒精代汽油，因為酒精也是把植物的澱粉，利用微生蟲的能方變成的，澱粉和微生蟲都是很永久可以得到的，因此酒精的來源當然比這世界上有限的汽油可靠得多。這種種的研究和發明，使我們覺得這偉大的化學，將能解決我們一切困難的事。

衣食住行和化學的關係都是這樣的密切，其他又如在學校中我們讀書，我們寫字，每天用的紙，墨水，粉筆，鉛筆，印書的墨；在家中每天要用肥皂，火柴，和女子脣上頰間的胭脂，手巾上的香味，那一件不是化學的功績呢？試想從前的人不研究化學，現在的一切不利用化學，我們的生活將是怎樣呢？這沒有化學的世界你能理想出來嗎？

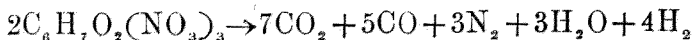
82. 化學又凶殘，又慈祥，把握着人類生死的大權。

我們已經知道把硫黃，炭，硝石混合起來，可以做成火藥，把這種火藥放在鎗彈中，或炸彈中，便可以拿來

殺人了。還有一種無煙火藥，是把棉花浸在濃硝酸及濃硫酸中製成的。棉花是碳和水的化合物。他的分子式是 $C_6H_{10}O_5$ ，和硝酸發生變化，



$C_6H_7O_2(NO_3)_3$ 是叫硝化纖維，即是火藥的主要成分，這一種物質遇到熱，便立刻分解，發生了多量的氣體，於是猛力的爆炸了。



其他還有許多猛烈的炸藥，都是由化學的方法製造出來的，這許多由化學方法製出來的猛烈炸藥，不知在戰爭上立了多少的功績，同時，也不知道殺死了多少無辜的生命。在1915年4月22日下午，德國第一次用氯作戰之後，各國對於用化學毒氣作戰就非常的注意，到1918年歐戰終了的時候，戰爭用的毒氣，已發明了幾百種了。其中有一種叫芥子氣(Mustard gas)，初嗅到的時候，祇感到一些頭暈，但是在不知不覺間，已中了很難救治的毒了。這種芥子氣遇到皮膚時，皮膚就會發生一個紅的小點，過了一二小時，這紅的小點又會變成一個像火燙起的水泡，這水泡破裂而流出一種很毒的液體。據

說一噸的芥子氣，便足夠殺死四千五百萬的人民。新近報上說法國又發明一種新毒氣，毒性比芥子氣還要強烈。自從毒氣戰爭應用之後，化學在戰爭上的地位更是重要，換一句話說，化學的凶殘，更是顯著了。這凶殘的化學，屠殺生物，破壞建築的成績，使我們想起了也寒心。

但是在另一方面，我們再想，硝化纖維的發明，原是為了醫藥和照相，都是對於人類有益的，可是現在的人，把有益的發明拿來放在魚雷礮彈中，殺死這麼多的生命，破壞這麼多的建築，無論如何，我們不能歸罪於化學的，化學的本身，仍

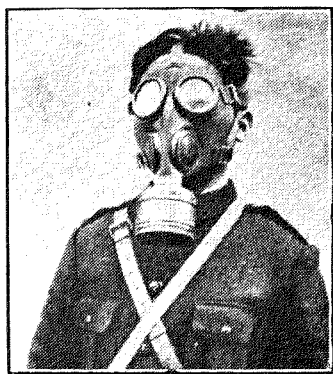


圖 42. 毒氣面罩。

舊是無辜的。毒氣的戰爭開始之後，各國的化學家都努力研究怎樣防禦毒氣，想到椰子殼或桃核製成的炭粒是能吸收氣體的，於是把這種炭粒和其他的藥品放在面罩裏，使各種毒氣都被炭粒吸收，不致再吸到肺裏去。自這種毒氣面罩發明之後，兵士便可以在佈滿毒氣

的戰場上自由出入了。歐洲大戰之後，許多人都說化學的毒氣戰爭太殘忍，主張此後文明國不准用毒氣作戰，但是歐洲大戰時，美國弗理斯將軍的報告中，他說：“受毒氣致死的，一千人中有三四十人，死於爆炸物的，一千人中有二百至二百五十人。”我們照歐戰中各國死傷的人數拿來比較：知道用毒氣作戰，死亡僅 2.9%，而用爆藥作戰平均死亡 40.7%，誰說毒氣作戰不人道呢？毒氣雖然猛烈，在戰爭上的効力很大，但是祇能使敵人暫時的失却戰鬥的能力，說毒氣是不人道，那麼難道聽到聲音都可怕的炸彈是人道嗎？用潛水艇把兵艦打破，使兵艦沉到海底，使兵艦中的幾千人，都葬身魚腹算是人道嗎？

人生病，又得由化學方法製出來的醫藥來解除苦痛。化學，可以叫人死，也可以叫人生，有時覺得牠非常凶殘，有時覺得牠又非常慈祥。這萬能的化學，我們不去親近牠，真不能生存了。

83. 化學是最有能力，最有權威的怪物。

化學的功能真是描寫不完，牠能夠把各種物質分成最簡單的元素，牠又能把各種元素用種種不同的方

法碰合起來做成許多我們從來沒有見過的，但是對我們非常有用的新物質。這種由化學方法合成的新物質，可以把從前的貴賤階級打破。譬如說從前絲的衣服，很有錢的人纔能夠穿，而現在人造絲的價格不過真絲的 $\frac{1}{3}$ ，一般的人，都可以穿絲的衣服了。從前外國有一種很貴重的很美麗的染料叫塔來紫色(Tyrian Purple)，是地中海東岸的一種小貝類製成的，製造很少量的這種染料，便要很多的那種貝類動物，所以非常貴重，祇有王族中的人，才能穿到用這種染料染成的衣服。外國有句話：“Born to the purple”（生於紫色中），表示高貴的樣子。這種紫色在那時是多少的貴重，也可想而知了。可是過了幾年，有一個德國人弗力德蘭特(Friedlander)把這種高貴的染料分析一下，知道從煤膏中也製得出來的。這本來祇有最高貴最有錢的人，才能穿到這美麗的紫色，在現在無論怎樣窮苦的人，祇要有幾個銅子，便可以買來染衣服了。金剛石是很珍貴的鑽石，普通的人是買不起的，自從賴富全用法國學會的大凸鏡，燃燒金剛石，發現金剛石燃燒之後，也變成碳酸氣，知道金剛石是碳做成的之後，現在我們常見的金剛石，差不多都是人工製

出來的了，價格也低廉了不少。

我們染藍色，常用一種藍色的染料叫藍靛，這種藍靛在從前是由印度和爪哇的靛草中提煉出來的，三十幾年之前，印度有幾百萬畝田，全是種植這種植物的。每年靠靛草的收入約有四千多萬元，可是現在，人造的藍靛的方法很多，印度的藍靛本來要四五元一磅，現在德國由化學方法合成的藍靛祇要四五角錢一磅，並且品質還要比印度的藍靛好得多。在二十幾年之前，德國每年要向國外購買六百萬元的天然藍靛，而在現在，牠每年反要運出幾千萬元的人造藍靛了。而印度和爪哇的種靛草事業，却完全破產了。自從人造絲發明之後，我國的絲業，也一天一天的不振了。著者的故鄉（浙江長安）是一個很小的鄉鎮，但是在前每年絲繭的收入，也有三百多萬元，而現在這巨大數目的收入，差不多完全沒有了。因此這個小鎮上的經濟狀況便到不可救藥的狀況，於是店鋪倒閉，失業增多，升學減少，本來安居樂業的人民，現在都變成無法求生的流氓了。我們想，化學對於經濟情形操縱的能力，是多麼偉大呀！祇要化學稍稍的有一些發明，就直接的把各地的經濟狀況大

大的改變了一下。間接的使窮苦的人富有，富有的人窮苦。化學究是何等有能力有威權的怪物呀！

84. 化學的前程是遠大的。

現在，已明白化學的能力究竟是這樣的偉大。衣食住行是沒有一件可以離開化學，日常生活中的一切日用品，也都是化學的成績。化學的創造能力最大，可以打破貴賤階級，可以使人富足，可以使人貧窮；可以使人人生，可以使人死，化學的用途是說不完的，化學的功績是描寫不盡的，那麼我們應該怎樣去多研究一些化學呢？不要以為有機會開設化學工廠，祇要請幾位化學師，自己不研究化學也可以的。但是在這化學的世界裏，假如不懂得一切化學的普通常識，便像進了異國的孤客了。不要以為化學是已經成功，不必再研究了。現在，不知道還有多少重大的問題還沒有解決呢，全世界每天要用那麼多的煤，在世界各地的煤用完後，我們將怎樣開動一切的機器呢？現在的新聞事業一天一天的發達，新聞紙的消耗也一天一天的增多，這種新聞紙是木材做成的。有一個大城市報每出版一次星期增刊及圖畫附刊，已消費了不少畝的檜木和楊木，這樣下去，誰料將來沒

有森林缺少的恐慌呢？世界上的熱和光是全由太陽賜給我們的。據說太陽所放射的光，一天一天的會減少起來的，假設有一天到來，太陽光逐漸消滅，那麼地球上所有的水一定變成了冰，而沒有潮也沒有汐，這一種世界的末日的到臨，我們又將如何預防呢？

“成功不過是進步的大道上的一個計程碑——這個旅程的終點還是很遠的！”——Anon.——

實 驗 提 示

試驗1. 倘是瓶口是很大，應該拿一塊毛玻璃將瓶口蓋住一部份。否則新鮮的空氣仍舊可以進去，會使蠟燭繼續不斷的燃燒的。

試驗3. 每一次試驗之後，應該把這放苛性鈉的玻璃管拿下來，用木塞塞住，以免苛性鈉吸收空氣中的水蒸氣和碳酸氣。苛性鈉用了幾次之後，應該拿出來換些新的。

試驗5. 也可以用試驗管來做這個試驗的，銅絲應該在硫黃沸騰之前先燒熱，否則火光很難見到的。

試驗6. 切磷的時候，應該要非常小心，把磷浸在水中切，再用吸墨水的紙，將磷稍稍吸乾，再用小刀，把磷移到浮着的小盆子裏去。

試驗10. 在冬季是不容易表現出來的，因為太陽光是不很強。

試驗16. 鈉和水銀混合的時候，常常會輕輕的炸一聲，但是絕對沒有危險的。大約水銀和鈉是5:1。

試驗17. 最好把硫酸和水預先混合好（體積5:1），混合時，應把硫酸慢慢的倒入水中，然後用玻璃棒拌勻，如將水倒入硫酸，要發生危險的。

試驗20. 最少要用20公分的氧化銅，否則做成的水是太少了。在試驗完畢之後，金屬銅可以放在一隻磁盆裏，用酒精燈加熱，使牠再氧化而變成氧化銅，變成的氧化銅，一定和原來一樣重量的。可以

留作下次做這個試驗時再用。

試驗31. 要使氧化後重量增加，磁石一定要很好的，鐵粉一定要很細的，天平一定要精確的。用還原的氧化銅在空氣流通中加熱，也可以表明氧化後重量增加。

試驗36. 要使氣體從玻璃管裏出來，在管中燃燒，是要先稍稍練習一下。

試驗39. 製氯時，不要在窗門緊閉的房中，應當先把窗門打開，你如不慣嗅氣的臭氣，最好在你的手巾上先倒一些鹵精水或是酒精。

各 試 驗 所 需 的 儀 器

試驗1.	鐵絲燃燒匙	1隻
	小口瓶	1個
3.	可放蠟燭的玻璃管	1個
	天秤,砝碼	各1副
5.	300c. c. 燒瓶	1隻
	鐵盆	1隻
	三脚鐵架	1隻
	酒精燈或 <u>本生燈</u>	1隻
6.	玻璃鐘	1隻
	小磁蒸發皿	10隻
	玻璃水槽	1隻
12.	電解水用具	全副
	電池	4個
14.	小玻璃研杯	1副
	集氣瓶	1隻
15.	500c. c 燒瓶	1隻
	集氣瓶	4隻
	毛玻璃	4塊

	安全漏斗	1隻
20.	500c. c. 燒瓶	2隻
	U字玻璃氯化鈣管	2隻
	硬玻璃氯化銅管	1隻
21	曲頸瓶	2隻
	曲頸瓶架	1隻
	試管	
23.	磁蒸發皿	1隻
25.	三吋玻璃漏斗	2隻
	濾紙	100張
31.	蹄形磁石	1塊
32.	小刀	1把
37.	鐵絲網, 6吋見方	1塊
41.	鐵盆或沙盆	1隻
42.	5寸試管	1打
	試管架	1隻
	試管夾	1隻
50.	吹管	1個
	粗細玻璃管	半磅

大小木塞

二打

橡皮管

半磅

藥 品

硫酸	Sulphuric acid	4 磅
硝酸	Nitric acid	3 磅
鹽酸	Hydrochloric acid	2 磅
石灰水	Lime water	1 公升
氨精水	Ammonia water	4 英兩(Ounce)
氫氧化鉀	Potassium hydroxide	4 ”
碳酸鈉(純碱)	Sodium carbonate(Soda ash)	4 ”
鉻酸鉀	Potassium chromate	4 ”
黃血鹽(亞鐵氰化鉀)	Potassium ferrocyanide	4 ”
硝酸銀(溶液)	Silver nitrate	4 ”
石蕊試液	Litmus solution	4 ”
印地各溶液	Indigo solution (洋紅亦可)	4 ”
氯化鈣	Calcium chloride	8 ”
大理石	Calcium carbonate	8 ”
鐵屑	Iron	8 ”
石灰	Lime	4 ”
石膏	Gypsum	4 ”
陶土	Clay	4 ”

漂白粉	Bleaching Powder	4英兩
二氧化錳	Manganese Dioxide	1 磅
洗濯蘇打	Washing soda	4英兩
明礬	Alum	4 ”
硫黃棒	Roll sulphur	4 ”
硫華	Flowers of sulphur	4 ”
硝酸鉀	Potassium nitrate (Saltpeter)	4 ”
銅圈	Copper turning	2 ”
氧化銅	Copper oxide	4 ”
硫酸銅	Copper sulphate	4 ”
鋅	Zinc	4 ”
銻	Antimony	2 ”
汞	Mercury	4 ”
醋酸鉛	Lead acetate	2 ”
貝麻子油	Caster oil	2 ”
氫氧化鈉(固體)	Sodium hydroxide(Caustic soda)	2 ”
無水碳酸鈉	Sodium carbonate	1 ”
黃磷	Yellow phosphorus	1 ”
紅磷	Red phosphorus	$\frac{1}{2}$ ”

氧化錫(錫石) Stannic oxide	$\frac{1}{2}$ 英兩
氧化汞(三仙丹) Mercuric oxide	$\frac{1}{2}$ ”
鉀 Potassium	$\frac{1}{16}$ ”
鈉 Sodium	$\frac{1}{16}$ ”
金葉 Gold	2 張
鎂條 Magnesium ribbon	半碼
石蕊試紙 Litmas paper, blue and red	1 盒
木炭 Charcoal	1 塊

問 題

火

1. 蠟燭在小口瓶裏燃燒，後來怎樣？
2. 你怎樣證明蠟燭燃燒後，小口瓶中的氣體，是和燃燒前不同了？
3. 澄清的石灰水爲甚麼變成牛奶一樣的混濁？
4. 怎樣把無色的碳酸氣和空氣分別出來？
5. 蠟燭燃燒後的碳酸氣是從那裏來的？
6. 怎樣可以表明燃燒的蠟燭中有碳跑出來？
7. 講一個試驗，表明蠟燭燃燒能變出水來的。
8. 寫出從蠟燭燃燒所知道的幾件事。
9. 你爲甚麼能說蠟燭燃燒之後，並未消失毀滅，祇是變換一個樣子？
10. 爲什麼化學叫實驗的科學？
11. 所有的炭和煤燃燒之後，變成些甚麼東西呢？
12. 說出一個試驗，表明從燃燒的蠟燭出來的碳酸氣和水，比原來的蠟燭要重。
13. 爲甚麼要重？
14. 說幾個化學結合的例。
15. 氧是甚麼？在那裏可以找到？

-
16. 從上面的幾個實驗，可以找到甚麼真理？
 17. 怎樣表明當化學結合的時候，會發生熱？
 18. 水倒到生石灰上去，爲甚麼會熱？
 19. 光亮的銅和硫黃在一起燒，結果怎樣？
 20. 試驗5中，在瓶中找到得黑色固體是甚麼？
 21. 一堆草在燃燒，換句話說，是甚麼在進行着？
 22. 風是怎樣發生的？
 23. 怎樣可以試驗表明空氣中有二種不同的看不見的氣體？
 24. 二種不同的氣體叫甚麼？
 25. 二種氣體的性質，有些甚麼不同？
 26. 動物呼吸空氣中的那一部份？
 27. 人或是動物把空氣吸進去，發生化學變化嗎？
 28. 用簡單的試驗來說明上題。
 29. 動物的血液把空氣中的氧拿來做甚麼？
 30. 怎樣證明動物的肉是含有碳的？
 31. 爲甚麼動物比一切的非生物熱？
 32. 怎樣證明植物中也有碳？
 33. 生長着的植物，從那裏得到牠需要的碳？
 34. 把清潔的石灰水，倒在一隻玻璃杯裏，在空氣中放幾分鐘，結果

怎樣？

35. 講一個試驗，表明植物在太陽光底下，能把空氣中的碳酸氣分解，使氧自由的跑出來。
36. 動物與植物的呼吸有些甚麼不同？

水

37. 說出水的三種狀態。
38. 把一塊冰加熱，冰是融解而變成水了。再繼續不斷的加熱，水沸騰而變了蒸氣。假如把水通電，結果怎樣呢？
39. 繪那分解水的用器圖。
40. 怎樣可以分出這是氧，那是氫？
41. 可以用別種方法，把水裏的氫拿出來嗎？
42. 金屬鉀拋進水裏，結果怎樣？
43. 氫怎樣收集？怎樣可以證明這是氫而不是氧？
44. 怎樣用鋅，硫酸和水製氫？
45. 怎樣證明氫是比空氣輕？
46. 當氫在空氣中燃燒時，做成些甚麼？如何證明？
47. 當氫在空氣中燃燒時，怎樣證明沒有碳酸氣做成？
48. 繪那用硫酸加鋅製氫的圖。
49. 水除了含有氫和氧外，還含有些甚麼？

50. 氫通過加熱的氧化銅，結果怎樣？
51. 怎樣用試驗證明水含有16份重量氧和2份重量氫？
52. 倘是你已經精確的試驗，找出了水的成分，下次你需要再試驗嗎？若是不要，爲甚麼？
53. 泉水與海水有甚麼不同？
54. 怎樣從海水裏把鹽拿出來？
55. 怎樣使海水變成一種可作飲料的水？
56. 除了用舌嘗外，還有甚麼方法可以試驗水裏有沒有鹽？
57. 甚麼叫“溶液”？甚麼叫“結晶”？
58. 把明礬和硫酸銅的結晶溶解在水裏，再把牠蒸發，結果怎樣？
59. 怎樣知道這種結晶是明礬，那種結晶是硫酸銅？
60. 甚麼理由，我們說雨水是蒸餾水？
61. 在地球上的每一滴雨水，都是從那裏來的？
62. 怎樣把水中的砂或其他不清潔的東西取出來？
63. 糖或鹽放在水裏搖動，結果怎樣？糖或鹽可以用過濾的方法再取出來嗎？
64. 你怎樣知道這是硬水，那是軟水？雨水是硬水嗎？
65. 可否用石膏把軟水變成硬水？
66. 倘是把你肺裏出來的氣，吹到清潔石灰水裏，吹得很長久，結果

怎樣？

67. 上面實驗中，這混濁的石灰水，爲甚麼後來又變成清潔了？
68. 有甚麼方法可以把含有白堊的硬水，大規模使牠變成軟水？
69. 硬水有二種，這二種各有甚麼不同？
70. 爲甚麼舊的鍋爐的底上，常有一層的鍋垢(Scale)？
71. 大城市中的清潔飲水是那裏來的？
72. 魚所需要的氧是從那裏來的？

地 球

73. 爲甚麼我們知道地球的內部，是很熱的液體？
74. 鹽酸倒到大理石上發生出來的氣泡是甚麼？
75. 爲甚麼知道在試驗29的瓶中，是盛滿了碳酸氣？
76. 怎樣把石灰石變成生石灰？
77. 解釋爲甚麼石灰石是叫化合物？
78. 說出用三仙丹製氧的實驗，並且用圖繪出那個實驗的用具。
79. 爲甚麼三仙丹叫氧化汞？
80. 若你有216.6公分的三仙丹，你能够獲得多少公分的汞，和多少公分的氧？如在試驗時，一無消失的話。
81. 氧化是甚麼意思？舉幾個普通的例。
82. 怎樣用試驗證明鐵氧化之後，重量增加？

83. 舉幾個例，說明金屬是在地球上的物質裏存在着。
84. 怎樣從醋酸鉛中，把鉛取出來？
85. 煤是產生在甚麼地方的？怎樣採取？
86. 爲甚麼知道煤含有碳和氫？
87. 怎樣用一隻試驗管製煤氣？
88. 煤氣怎樣大規模的製造？怎樣輸送到各用戶？
89. 當煤氣跑完之後，剩在試驗管裏的是甚麼？
90. 爲甚麼有些煤能夠製出多量的煤氣，有些煤不能？
91. 煤蒸餾時，除煤氣外，其他還有甚麼東西？
92. 寫一篇短文，敘述煤的用途。
93. 爲甚麼蠟的火焰不光明，而煤氣的火焰很光明？
94. 觀察蠟燭的火焰，把這火焰的幾部繪出來。
95. 爲甚麼說燃燒的蠟燭像一家煤氣廠？
96. 怎樣證明蠟燭火焰黑暗一層是沒有燃燒過的氣體？
97. 煤礦中有時爲甚麼要爆炸？
98. 安全燈的原理怎樣？
99. 繪一個安全燈的圖。

元 素 及 化 合 物

100. 何謂元素？何謂化合物？各舉幾個例。

-
101. 我們現在已經知道了多少元素?
 102. 把重要的元素的名稱寫出來,並把牠們分成金屬和非金屬二大類。
 103. 性質很相像的元素,容易化合呢?不相像的元素容易化合?

非 金 屬 元 素

104. 氧的重要性質怎樣?
105. 氧怎樣製造?
106. 怎樣知道硫或磷在氧中燃燒所得的是酸類?
107. 自由的氫,在空氣中有嗎?
108. 怎樣表明,氫比空氣輕?
109. 這兒有三瓶無色的氣體,你能告訴我,那一瓶是氧,那一瓶是氫,那一瓶是空氣嗎?
110. 怎樣從空氣中把氮取出來?
111. 說出幾種含有氮的化合物。
112. 硝酸製法怎樣?性質怎樣?
113. 解釋:酸,鹼,鹽三個名詞。
114. 如把鹼性的氫氧化鉀和硝酸混合起來,結果怎樣?
115. 怎樣證明金剛石裏含有碳?
116. 用甚麼實驗,可以證明白糖中也含有碳?

-
117. 倘是世界上沒有碳這元素，結果將怎樣？
 118. 在食鹽中，含有些甚麼元素？
 119. 怎樣把食鹽中的氯拿出來？
 120. 氯的性質怎樣？
 121. 怎樣知道漂白粉中有氯的？
 122. 硫黃放在燃匙燒中在火上燃燒，結果怎樣？
 123. 爲甚麼硫黃可以做炸藥用？
 124. 講幾種含有硫的化合物。
 125. 磷有二種，這二種有甚麼不同？
 126. 水晶是一種甚麼東西？
 127. 玻璃是用甚麼做成的？玻璃裏含有甚麼東西？

金 屬 元 素

128. 鐵的重要用途怎樣？
129. 生鐵和熟鐵，各有甚麼用？
130. 生鐵是甚麼做成的？牠和熟鐵在化學上有些甚麼區別？
131. 鋼是甚麼？怎樣製造？主要的性質怎樣？
132. 把稀硫酸倒到鐵屑上，結果怎樣？
133. 陶土中含有些甚麼金屬？還有些甚麼東西也含這種金屬？
134. 生石灰，大理石，石膏和骨的化學成分各是甚麼？

-
135. 氯化鈣是怎樣製成的?
 136. 當氯化鈣的溶液和碳酸鈉的溶液混合,結果怎樣?
 137. 鎂條在空氣中燃燒,變成些甚麼?
 138. 你怎樣把燃燒鎂所得的白粉,變成瀉藥?
 139. 爲甚麼鈉一定要放在火油中?
 140. 鈉放在燃燒匙中,在空氣中燃燒,結果怎樣?
 141. 表列鈉的化合物,包括牠的普通名詞,化學名詞,和含有物。
 142. 把硫酸倒到食鹽上,結果怎樣?
 143. 肥皂是怎樣製造的?硬肥皂與軟肥皂有甚麼不同?
 144. 講幾種普通含有銅的礦物和銅的用途。
 145. 硝酸銅是怎樣製成的?顏色怎樣?
 146. 把銅放在空氣中加熱,結果怎樣?
 147. 鋅的普通礦物叫甚麼?
 148. 鋅有些甚麼用?鋅的顏色怎樣?甚麼是鋅的鹽類?
 149. 硫酸鋅的結晶是怎樣製成的?
 150. 錫有些甚麼用?
 151. 甚麼叫吹管?你怎樣把錫石中的錫取出來?
 152. 鉛有些甚麼用?
 153. 講幾種鉛的化合物。

154. 鉛糖,密陀僧,鉛丹的化學名詞是甚麼?
155. 汞和旁的金屬有些甚麼不同?
156. 怎樣證明銀元中含有銀和銅?
157. 金比銀有些甚麼優點?
158. 甚麼液體,能使金溶解?

結 論

159. 至少要多少公分的水,方能製出2公分的氫?
160. 把216公分的三仙丹加熱,最多可得(1)多少公分的汞?(2)多少公分的氧?
161. 氧和汞的化合量,各等於多少?
162. 寫出下列各化合物的化學式:
- (1) 氧化汞
 - (2) 生石灰
 - (3) 水
 - (4) 硫酸
 - (5) 硝酸
163. N等於14,氧等於16,寫出五種我們熟悉的氮的氧化物,並說出牠們的成分重量。
164. 寫出下列各化學變化的化學方程式:

-
- (1) 硫酸加硝石。
- (2) 硫酸加食鹽。
- (3) 硝酸銀加食鹽溶液。
- (4) 氯化鈣加碳酸鈉。
165. 若需要63公分的硝酸,至少要多少公分的硫酸和硝石?
166. 用方程式表明,若用鋅65.4公分,硫酸98公分,如一無消失,必能製得氫2公分,硫酸鋅161.4公分?
167. 下列各化合物,其中所含各元素百分數是多少?
- (1) H_2O
- (2) HNO_3
- (3) H_2SO_4
- (4) KNO_3
- (5) $KHSO_4$

標商冊註

