

新中學文庫

化學學校

下冊

歐斯伐著
湯元吉譯

商務印書館發行

中華民國二十九年十一月初版
中華民國三十六年三月再版

(52774.6)

漢譯世界名著
化學學校三冊

Die Schule der Chemie

每部定價國幣拾伍元

印刷地點外另加運費

原著者 Wilhelm Ostwald

譯述者 湯元吉

發行人 朱經農
上海河南中路

印刷所 商務印書館
商務印書館

發行所 商務印書館
各地商務印書館

版 權 所 有
翻 印 必 究

(本書校對者施伯朱)

第五十一章 鈉 (二)

師 你昨天學的什麼？

生 我昨天學的怎樣製造氫氧化鈉跟蘇打。前一情形比較簡單得多了。我們也可以用電解法製造蘇打嗎？

師 當然可以的。我們祇須在製造氫氧化鈉時把二氧化碳通到陰極上去，氫氧化鈉就會變成功碳酸鈉了。你把方程式寫出來看。

生 $\text{NaOH} + \text{CO}_2$ ——這不行，我得用兩個的氫氧化鈉呢。

師 不，你寫的方程式偶然是對的： $\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3$ 。我們並不要牠構成功中和性碳酸鈉，而祇要牠構成功酸性碳酸鈉罷了。

生 啊，現在我纔明白了。碳酸是一種二鹽基性的酸，所以能構成功兩種鈉鹽：一種是中和性的碳酸鈉 (Na_2CO_3)，一種是酸性的碳酸氫鈉 (NaHCO_3)。我們為什麼要製造碳酸氫鈉呢？

師 牠的溶解性比較碳酸鈉小得多，所以我們用不着把溶液

加以蒸發，牠就會從裏面分離出來了。這是蘇打的濃溶液；我用我那套老儀器（第二十六章）把二氧化碳通進去；方程式是： $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3$ 。

生 您爲什麼要把水寫在方程式裏呢？

師 二氧化碳是酸酐，如要使牠變成功酸，那是非用水不可的。

生 有許多晶體析出了！

師 沈澱出來的碳酸氫鈉，你許是認識的。牠的德文名字又叫做 doppeltkobleusaures Natron，因爲牠裏面含有的碳酸要比蘇打多兩倍（doppelt）呢。我們每逢肚子裏不舒服的時候，常拿牠當作藥吃呢。

生 是的；牠還有一個名詞叫做小蘇打呢*。——我們製造這許多蘇打有什麼用呢？

師 蘇打在化學工業上的用途是多的數不盡的。牠和硫酸之於化學家，就猶之乎是鐵之於機器製造匠，其關係都是十分密切的。

生 硫酸是強酸，所以您說牠重要，我倒是可以領會的。但是蘇打卻有什麼用途呢？

* 此處與原文稍有出入。

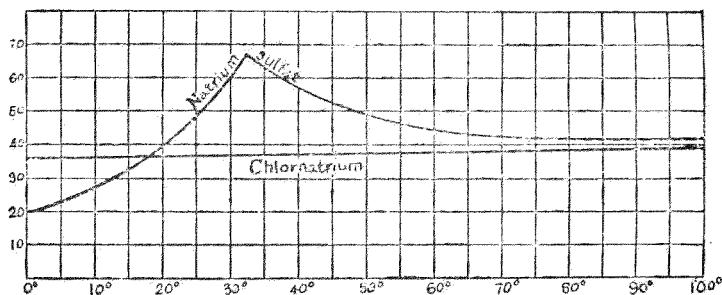
師 碳酸既是弱酸，所以是很容易變成二氧化碳逃走的；因此，在許多場合蘇打是可以跟氫氧化鈉一樣的被人應用的。這還是先前臚下的蘇打溶液；你用紅石蕊試紙放進去試一試看。

生 試紙變藍了。蘇打是中和性碳酸鈉；這怎會可能的呢？

師 這情形跟矽酸鈉是相似的；碳酸跟矽酸都是很弱的，所以一部分的鹽是會在水裏分解為酸跟鹽基的。而鹼性反應乃是從鹽基那兒來的。至於酸性碳酸鈉 (NaHCO_3) 對於石蕊的反應卻是帶中和性的，因為水的分解功效恰好被多量的碳酸抵消了。你瞧，中(和)性跟酸性這兩個形容詞的意義，在牠們用作表明一種鹽的組成時，或用作表明一種溶液時乃是大不相同的。——我們還要討論其他幾種鈉鹽呢。硫酸鈉你已經從硫酸那裏認識過了(第四十二章)。

生 是的，牠就是芒硝。我們也拿牠做藥品用呢。

師 我可以利用芒硝把一件關於溶解度的很重要的事實解釋給你聽呢。我們畫一張圖出來(第七十圖)。橫坐標上是溫度，所以靠頂左邊是零度。縱坐標上是溶解在一百份水裏的鹽的重量。這張圖如果是替食鹽畫的話，那末，我們在二十度時就得畫三十六份在高頂，在一百度時就得畫三十



第 七 十 圖

九份在高頭。我們如果用一直線把這兩點連接起來的話，那末，一百份水在其他各種溫度下究能溶解若干食鹽，我們只要一看就能知道了。

生 這完全是對的嗎？二十度跟一百度之間溶解在一百份水裏的鹽的重量會不會不在直線上的呢？

師 你的話是對的。光有這兩點我們是不能認為滿足的，如果我們除此以外對於食鹽的溶解度更一無所知的話。但事實上我們還求出許多點來；牠們連接起來時差不離恰好是一條直線。你再把另外那條寫着 *Natriumsulfat* 的線看看。你把看到的情形說給我聽聽看。

生 溶解度在起初，換句話說，就是在較低溫度時，是愈變愈大的。到後來又開始了一條新的線；此時溫度愈高，溶解

度就愈小了。

師 說得好極了，你完全是讀對的。我現在做一個試驗給你看。這一隻燒瓶裏裝的是芒硝；我把牠放在水鍋上小心加熱，並且用一支溫度計來攪牠。

生 現在牠融了。溫度是三十二度。

師 對啦。我現在就是再繼續加熱，溫度也是跟冰融化時一樣不會改變的。你把溫度計繼續看下去。

生 溫度老是不動的。現在似乎在往上昇了；可不是，愈昇愈高了；但芒硝還沒有完全融化呢。這是互相矛盾的呀！

師 不過是表面互相矛盾的罷了，因為你看見的燒瓶裏的那種固體已經不是芒硝了。

生 那末，牠是什麼東西呢？

師 牠是不含結晶水的硫酸鈉。芒硝就跟蘇打一樣，原先是含有十分子結晶水的。牠在三十二度時會變成一種飽和溶液跟一種不含結晶水的鹽；析出的就是這種不含結晶水的鹽。所以這並不是一種簡單的融化作用，乃是一種比較複雜的反應。祇要有含有十分子結晶水的芒硝在燒瓶裏，那末，溫度總是不變的，這你起初是看到的。

生 這我是懂得的。但這個事實跟那條奇奇怪怪的溶解度曲

線有什麼關係呢？

師 這個事實當中正包括着曲線的解釋呢。含有結晶水的芒硝祇能在三十二度時存在；從那時起，牠就開始分解了，於是就祇有不含結晶水的鹽了。所以曲線向上的那一段乃是芒硝的溶解曲線；而向下的那一段乃是不含結晶水的鹽的溶解曲線。如此說來，牠們原是兩條不同的曲線，所以纔會互相交割的。

生 我還沒有完全了解呢。溶液裏的東西前後總是一樣的呀。

師 這話是不錯的；但是與溶液同時存在的東西前後卻是不相同的：先是含有結晶水的芒硝，而後來卻是不含結晶水的硫酸鈉。因為飽和時固態鹽跟溶液二者之間會造成一種平衡，所以這兩種東西對牠都是有影響的，並且當甲發生變化時，乙勢必也是要發生變化的。

生 原來如此呵，這我是了解的。但我自己是不會想到這上頭去的。

師 這我是相信的；旁人也是經過了很久的時間纔想到這上頭去的呢。再則，這種現象也不一定是限於芒硝的。還有很多其他的鹽類也是可以構成功各種形狀的晶體，並且含有分量各不相同的結晶水的：因為每一形狀都有一種

溶解度，所以這一類的鹽能有若干形狀，就能有若干溶解曲線；而後者在形狀與形狀之間發生轉變作用的場合（指溫度而言），就彼此互相交割了。例如蘇打的性質就是跟芒硝相同的；還有磷酸鈉的性質也是這樣。

生 磷酸鈉我可一點兒也不認識呢。

師 我拿給你看呀；牠的外表跟蘇打是沒有多大分別的。牠跟蘇打一樣，外面老是有一層白灰的；這種白灰是因為風化的關係而構成功的。

生 風化是什麼解說？

師 含有結晶水的鹽是很容易失掉水的，就是放在空氣中蒸發時已是如此了。於是贖下的就是一種無水或含水較少的粉狀鹽了。這個作用叫做風化。普通的磷酸鈉乃是磷酸氫二鈉。磷酸是三鹽基性的，這你是知道的。你知道牠的化學式是怎樣寫的嗎？

生 知道的；磷酸的化學式是 H_3PO_4 。

師 對啦。三個氫原子之中若有兩個被鈉代替了的話，就構成功磷酸氫二鈉了。後者的化學式是 Na_2HPO_4 ，並且還含有十二分子的結晶水呢。牠是實驗室跟分析化學中用得最多的一種磷酸鹽。——此外，我再拿一種有趣的鈉鹽給

你看看；其中所含之陰根你還不認識呢。這種鹽叫做硫代硫酸鈉，是一種無色的大晶體。

生 牠跟攝影術不是有關係的嗎？

師 一點兒也不錯。因為牠可以溶解一切銀鹽，而我們是用後者攝影的，所以我們在攝影術中是常有機會要用到牠的。牠的組成是 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 5\text{H}_2\text{O}$ 。其中所含之陰根為 $\text{S}_2\text{O}_3^{--}$ 。你如果把牠跟硫酸根 SO_4^{--} 比較一下的話，你就可以看出牠們是彼此相似的了。硫酸根中之氧，如有一個為硫所取代時，就構成功硫代硫酸根了。這也可以由牠的名稱上看出來的。我們還可以用亞硫酸鈉跟硫放在一起加熱，而得到硫代硫酸鈉呢： $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{S} = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 。這跟亞硫酸鈉加氧可以變為硫酸鈉的情形是相似的： $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{O} = \text{Na}_2\text{SO}_4$ 。我們如果把含有結晶水的硫代硫酸鈉加熱的話，那末，牠在五十六度時就變成功碧清的液體了。就這一點看來，牠跟芒硝的性質是不同的。

生 無水鹽為什麼不析出的呢？

師 因為無水鹽溶解時所需要的水分要少於其中原先所含之水分，所以牠纔不會析出的。這液體還可以溶解一些無水鹽呢。

生 含有結晶水的鹽能否完全融化，原來是跟這一點有連帶關係的呵，是不是呢？

師 一點兒也不錯。現在，硫代硫酸鈉完全融化了；我讓牠冷下來。試管口上如果是用一個棉花塞塞住的話，那末，液體就是冷到室溫或室溫以下也是不會凝固的。

生 這是一種過度冷卻的現象吧？

師 一點兒也不錯。現在，我再來融一點點硫代硫酸鈉在一根玻璃棒上，把一個很重要的事實試驗給你看。這兒是我昨天燒融的一瓶硫代硫酸鈉；牠已經完全冷卻了。我把剛纔做的那根玻璃棒放進瓶裏去——

生 哦，這多麼有趣呀；我們看得見晶體在生長呢！

師 我現在把玻璃棒重新取出來；上面沾着一串的晶體呢；但液體卻不繼續結晶的。在[○]這個試驗裏，你可以看出這是固_○體_○跟_○液_○體_○二者之間的一種交互作用呢。一種過度冷卻的液體本身並不是不穩定的；牠要跟相關的固體碰到頭之後纔會變為不穩定的呢。於是固體就會在牠們互相接觸之處消耗液體而生長；但牠一離開液體，凝固的原因也就停止存在了。

生 允許我親自做這試驗嗎？

師 當然可以的。硫代硫酸鈉是很便宜的，我多給你些。試驗時你須小心，因為一點點固態硫代硫酸鈉已經可以使融化了的硫代硫酸鈉凝固了。但你可以將牠再行融化，而這樣反來覆去的做試驗呢。不過蒸發掉的水分，你是非把牠加以補充不可的。——我再拿硝酸鈉給你看。牠普通也叫做智利硝。

生 爲什麼？

師 因為牠是一種硝酸鹽，並且在智利出產得很多，所以纔有這兩種名稱的。——關於鈉我所能告訴的極重要的幾點，已盡於此矣。

生 我還不知道鈉^①本身是怎樣製造的呢。

師 鈉是用電解法從融化了的鈉鹽裏製造出來的。氫氧化鈉最容易融解，所以用牠是最方便。鈉在化學工廠裏用途甚廣，所以我們現在大批的製造牠呢。

生 我們怎樣把牠加以保存呢？用的火油一定是很多的呀。

師 我們只要把牠澆成四角形的方柱，裝在鍍得密不透氣的馬口鐵罐裏就行了。最後，我還想試驗給你看，鈉是怎樣證明的呢。這是一根鍍在玻璃管上的白金絲——

生 牠是怎樣鍍上去的？

師 先把玻璃管的一端燒熱，使玻璃邊燒的合攏起來。但在牠沒有完全合攏起來之先，就把牠從火上移開去。並且把白金絲的一端插進去。然後再使玻璃管在火裏完全燒的合攏起來；於是白金絲就好好的插在玻璃管裏了。此時再把牠的另一端彎成一個小鈎(第七十一圖)。我如果用這個小鈎取一點點鈉鹽放進火裏去的話，那末、火燄立刻就變



第七十一圖

成很好看的黃色了。這黃色是由鈉造成的，乃是鈉的一種檢驗特徵，因為其他一切元素都是不能引起這個作用的。普通的火燄總是帶黃色的，因為鈉是到處有的。我這兒有另一根白金絲；我曾經把牠放在火裏燒乾淨過，所以牠是不會使火燄變色的。我只要把牠從我的兩個潮濕的手指之間拉過去的話，牠就能使火燄變為黃色了——

生 這我是看得見的；但是黃色一會兒就沒有了。

師 這是一個很好的方法，可以把到處都有的微量鈉跟比較多量的鈉加以區別呢。鈉化合物愈多，那末，黃色火燄的壽命也就愈久，並且牠一下子就是非常鮮明的。——最後，我還要促起你的注意，就是一切鈉鹽溶液都是無色的。

如此看來，這些溶液裏的鈉根一定也是不帶顏色的。其他的鈉反應，我不告訴給你聽了。但黃色火燄的感應度和肯定性都是很大的，所以我們也毋需乎其他各種反應了。

第五十二章 鉀與鈉

師 你最後幾課學的東西，我們今天不再溫習了，因為我們討論其他金屬時，還常有機會遇到相似的情形呢，這不管就是一種溫習了。關於鉀你已經知道些什麼了嗎？

生 是的，我知道牠是一種輕金屬，並且跟鈉是很相似的。

師 這是鉀的標本。牠的外表確是跟鈉一樣，這就是說，牠的外表也是白的跟銀一樣的。牠在空氣中會很快的發生氧化作用，所以牠的顏色祇在新的切面上纔看得出來呢。牠也能使水分解；我丟一小塊在水盆裏——

生 哦，牠立刻就着火了。這是多麼好看的紅色火燄呀！

師 鉀跟水起的作用非常猛烈，所以氫氣立刻就燃着了。火燄的紅顏色乃是由鉀得來的。鈉的火色是黃的，而鉀的火色乃是紫紅色的。你用紅石蕊試紙把水試一試看！

生 試紙變藍了。如此看來，一定是構成功一種鹽基了，是不是？要我把方程式寫出來嗎？



師 對啦；你瞧，鈉鉀二金屬是何等相似呀。我曾經把氫氧化鉀拿給你看過；而你曾親眼看到牠的外表跟性質乃是和氫氧化鈉一個樣兒的。牠並且跟氫氧化鈉一樣，是由氯化鉀裏用電解法製造出來的呢。

生 氯化鉀也跟食鹽一樣的出產在自然界嗎？

師 可不是嗎？不過產量較少而已。氯化鉀礦往往是在石鹽礦附近的；其晶體就跟石鹽一樣，也是一種透明的立方體。礦物學家稱之為鉀石鹽。鉀石鹽比較石鹽是要少得多了。

生 在海水裏呢？

師 海水裏含的氯化鉀也是不多的。但在德國中部卻可找到一種由氯化鉀跟氯化鎂構成功的砂金石礦。化學工業上跟農業上所用的氯化鉀就是從砂金石裏提出來的。

生 氯化鉀在農業上也有用途嗎？

師 是的；植物是非有鉀化合物不能生長的。牠如果不能從地下得到充分的鉀化合物的話，那末，我們就非給以氯化鉀或砂金石不可了；否則，植物是要枯萎的。

生 植物需要的東西倒多呢。先是要氮，後來又要磷酸，現在又要鉀了。

師 牠最主要的乃是要輻射能。有了這幾種東西、牠的筵席大

致已經全了，因為牠需要的其他那幾種東西，如二氧化碳、水、石灰、鐵等等，牠在空氣中和在地下差不多是可以到處都能充分的找得到的。至於氮、磷、鉀這三種元素的存在量跟牠們的需要量比較起來，要算是頂少的了。所以我們是非把牠們給予植物不可的，如果我們想把日光能加以充分利用的話。

生 我們不能把鈉，我的意思是說，不能把食鹽給植物嗎？

師 植物是用不着鈉的。牠在這一點是跟鉀不同的。

生 這跟什麼有連帶關係呢？

師 也許跟下面這個事實是有連帶關係的。我們如果使鉀鹽和耕土混在一起的話，那末，鉀鹽就會吃在耕土裏，使我們不能用水把牠完全洗出來了。而鈉鹽卻是很容易從耕土中洗出來的。因此，植物從地下去找鉀鹽比較來得有把握些，因為地下即使有過鈉鹽的，但牠也早就被雨水毫不費力的沖掉了。所以那些需要鉀的植物，其存在比較可靠得多了。普通也許祇有需要鉀的植物纔能發育和蕃殖呢。

生 唔，這我是能了解的。

師 還有一個事實是跟這有連帶關係的，就是有許多生長在海岸上或生長在含鹽的草原上的植物，都是不含鉀而含

鈉的。如此說來，在這一類含鹽甚多的地方也可以有一種『鈉植物』生長出來呢。我們如果使植物燃燒的話，那末，我們就能把植物裏所含的金屬的碳酸鹽從其灰燼中浸出來呢。我們可從海洋植物的灰燼中提取蘇打，而從陸地植物的灰燼中提取碳酸鉀。後者在德文裏又叫做 Pottasche。

生 這個滑稽名詞是怎樣成立的呢？

師 我已經向你說過，牠是從灰燼中用水浸出來的。我們如果把溶液加以蒸發的話，就可以得到固態碳酸鉀了。因為碳酸鉀還要放在鑊 (Potten) 裏加以焙烘，所以在德文裏纔有 Pottasche 這個名稱的。純粹碳酸鉀是一種形狀不十分顯明的白色晶體，並且是很容易溶解在水裏的。

生 現在還是這樣製造的嗎？

師 不，現在不這樣製造了。自從我們不用木材做燃料以來，我們也沒有木材灰了。現在，牠是用氯化鉀來製造的，所用方法和用氯化鈉製造蘇打是相似的。因為牠的用途有限，所以牠的出產量跟蘇打比較起來也少得多了。牠跟碳酸鈉的性質是完全相似的。牠的水溶液對於石蕊是含有鹼性的，我們如果把二氧化碳通進去的話，那末，就會有

難溶解的酸性碳酸鉀或碳酸氫鉀沈澱下來呢。你用方程式把這個反應寫出來看。

生 $K_2CO_3 + CO_2 + H_2O = 2KHCO_3$ 。這算是一種溫習了。

師 我也允許你把試驗重做一遍呢。這是碳酸鉀。

生 牠是潮濕的。

師 碳酸鉀會從空氣裏吸收水分，而變成功一種很濃的溶液，所以牠也跟硫酸一樣（第四十二章），是有收乾作用的。——其他的鉀鹽，例如硝石[⊙]跟氯酸鉀，你已經認識了。關於硝石你還記得些什麼？

生 硝石就是硝酸鉀[⊙][⊙][⊙]，是當含氮的質素在空氣中腐化時構成功的。其中的鉀是從灰燼中來的。

師 牠的外表是怎樣的呢？

生 硝石是一種白鹽，是容易溶在水裏的。

師 對啦。牠在冷水裏的溶解度並不算大；但溫度一高，牠的溶解度就大大的增加了。在零度時一百份水可以溶解十三份硝石；在一百度時則可溶解二四七份硝石。因為牠裏面含有的氧氣可以使炭和硫燃燒，所以我們纔拿牠來製造黑火藥的。關於這一點，我可以做一個很好看的試驗給你看呢。我把硝石放在一只小燒瓶裏儘量的加熱。牠起初

是變成液體，接着就放出氣體來了；放出來的氣體大一半是氧氣。我現在丟一小塊硫黃進去——

生 硫黃在氧氣裏燃燒時，就跟磷似的呢。

師 可不是嗎。因為一方面硝石的溫度本來已經很高了，而另一方面硫燃燒時還會放出熱來，所以溫度就昇的非常高了。——氯化鉀要比硝石容易把氧氣放出來呢。

生 是的，我們曾經用牠製造過氧氣的。

師 氯化鉀所以有危險性，就是因為這個原故。人們在一百多年以前把牠發現出來之後，曾想利用牠來做火藥；但把整個藥廠都炸掉了，並且，還送掉好多人命呢。現在，我把少許氯化鉀跟這種叫做硫化碲的黑粉在一起；但我須十二分的小心，不可使牠大於一粒胡椒子纔行。我不可以把牠放在乳鉢裏磨細，而祇可以用一根羽毛把牠們混在一起，以免有爆炸之虞。我把這種混合物包在一張紙裏，然後把牠放在鐵砧上用一個鐵錘去打牠——

生 白夫！真的像是鎗聲呢。

師 其他關於氯酸鉀可講的東西，你以前已經有機會聽到過了（第三十八章）。——我再拿幾種鉀鹽給你看看。這是溴化鉀；這是碘化鉀。這兩種鹽都是不含結晶水的。你可以記

住，鈉鹽大都是含有結晶水的，而鉀鹽都是不含結晶水的。

生 講到食鹽的時候，你沒有告訴我牠是含有結晶水的。

師 普通的食鹽是無水的。但我們如果使食鹽溶液在零下幾度結晶的話，那末，我們就可以得到另一種形狀不同的含有兩個結晶水的晶體呢。不過這種晶體在零下二度時就又變成功無水食鹽跟一種飽和溶液了，這跟芒硝在三十二度時的情形(第五十一章)是相似的。至於溴化鉀跟碘化鉀就都是不含結晶水的了。溴根就是以溴化鉀的形式賣到市上去或是被我們加以應用的。

生 請您把這道理解釋給我聽。溴根單獨是不會有的呀。

師 正因為陰根是不能單獨存在的，所以我們纔同時要用到陽根的。我們選擇這種陽根時卻有一個標準，就是牠一則須頂頂便宜纔行，二則牠構成功的鹽須具有便利的性質纔行。因此，我們要用溴根做任何反應時，纔拿溴化鉀來用的。固然，溴化鈉或溴化鈣或其他任何一種金屬的溴化物都是可以用的。但溴化鈣是極易溶解的，所以是不容易製造和加以保存的。鈣的價值雖較鉀低廉，但因有這個原因，所以我們纔不用溴化鈣的。

生 我們爲什麼不用溴化鈉呢？我覺得鈉要比鉀便宜呢。

師 主要的原因乃是習慣使然的：我們認識溴化鉀在認識溴化鈉之先，所以就用慣前者了。還有，溴化鉀跟溴化鈉二者價格之差是並不大的，因為牠們的格價都是由溴加以規定的。——碘化鉀的情形也是如此。

生 碘化鉀是黃色的。

師 純粹碘化鉀是無色的。但牠跟空氣中的碳酸發生作用之後，卻能漸漸生出一點點氫碘酸來；氫碘酸跟空氣中的氧氣發生作用之後，就分解為碘跟水了(第四十章)。黃色是由碘造成的。碘化鉀很容易溶解在水裏；牠的溶液又能溶解巨量的碘而變為褐色呢。

生 碘在水裏是很難溶解的呀(第四十章)。

師 這話是不錯的；但牠跟碘根碰在一起之後，是會構成功一種新的游子 I_3^- 的。而 I_3^- 卻是褐色的。牠很容易重新分解為普通的碘根和自由碘。因此，我們纔能十之八九都用這種褐色溶液來代替純粹碘做一切用途的。換句話說， $I^- + I_2 = I_3^-$ 這個反應既容易向右走，又是容易向左走的。——末了，我還要拿一種鹽給你看看呢。牠跟溴化鉀和碘化鉀是很相似的；但牠是有毒的，這是牠異於這兩種鹽的地方。牠是氫氰酸的鉀鹽，名詞叫做氰化鉀。你如果

把鼻子很小心的放在瓶口上聞一聞的話，你就可以聞得出氫氰酸的氣味呢。

生 牠的氣味我是知道的；牠可以使人想起苦杏的氣味呢。

師 因為黃金可以溶解在含有氰根的水溶液裏，所以我們現在製造巨量的氰化鉀，拿牠來從金泥中提取黃金呢。但就另一方面說，我們現在比較還是喜歡用氰化鈉來做這個用途，因為牠一則比較便宜，二則牠含有的氰根也比較多些。

生 氰化鉀跟氰化鈉都只有一個氰根，怎會一多一少呢？

師 但牠們的總重量卻是有分別的呀。你把牠們的化合量算出來看。

生 氰化鉀的化合量是六五·一一；氰化鈉的化合量是四九·〇一。二者的氰根含量都是二六·〇一。啊，我現在看出來了：因為鈉的重量小於鉀，所以同樣多少的氰根纔會含在重量較小的氰化鈉裏的。

師 對啦。還有幾句關於鉀根的話也得說一說呢。鉀根是無色的——

生 因為一切鉀鹽在溶液都是不帶顏色的。

師 假定牠們不含有有色根的話。

生 有色根難道是有的嗎？

師 當然是有的呀！綠色的銅根你不是見識過的嗎？你不久就要認識許多帶顏色的陽向游子了；牠們可以跟鉀構成功也是帶顏色的鹽呢。

生 如此說來，一切鹽溶液的顏色都是跟陰向游子的顏色和陽向游子的顏色有連帶關係的，是不是呢？

師 當然是的。不但是顏色，就是牠們的其他一切性質也都是跟陰向游子和陽向游子有連帶關係的。——鉀根也有一種試藥。牠是一種含有白金的酸的鈉鹽；其化學式爲 Na_2PtCl_6 ；我們叫牠做鉑氯化鈉。我如果把牠的紅黃色的溶液倒些在一種鉀鹽裏的話，那末，就會有一種黃色的，很難溶解的東西（即鉑氯化鉀）沈澱出來了；尤其是在我們加一點點酒精進去的時候，更容易發生這個作用。

生 沈澱已經出來了。牠的化學式大概是 K_2PtCl_6 吧？

師 對啦。——現在，我們要接下去討論鉍鹽了。

生 這些東西是不是跟氮一系的呀？

師 正是的。阿莫尼亞可以直接跟酸類化合；而酸類所含之氮可以跟阿莫尼亞構成功鉍根呢。後者在鉍鹽中的性質跟鉀根是極相似的，所以我們最好是在講完鉀之後，接着下

去就講牠。

生 牠也是不帶顏色的嗎？

師 當然是的呀。含有銨根的阿莫尼亞溶液既是不帶顏色的，銨根當然也是不帶顏色的了。牠跟鉀的相似之處可以由下面這幾種事實上看出來，就是那些含有同一陰根的鉀鹽跟銨鹽，其溶解情形跟晶狀彼此乃是完全一致的。先講氯化銨。氯化銨有一種跟其他銨鹽不同的地方，牠是很韌的，你在磨細牠的時候就可以感覺出來了。我們普通叫牠做鹵砂，銲金屬的時候是要用牠的。

生 這名稱是怎麼得來的呢？

師 是由希臘文裏 *sal ammoniacum* (銨鹽) 這兩個字縮成的。因為牠在加熱時會分解為阿莫尼亞跟氯化氫，所以我們纔拿牠來銲金屬用的。阿莫尼亞是會跑走的，而賸下來的氯化氫就能把蓋在金屬表面上的那一層氧化物溶掉了。於是銲劑就能沾在金屬表面上，把牠銲在一起了。

生 銲接時用的是那一種金屬呢？

師 軟鐵是用錫跟鉛做的；牠是很容易融化的。——我把少許鹵砂放在一只小試管裏加熱——

生 有一種白色的東西在試管的上半部沈澱下來了；但試管

當中那一部分卻完全是清的。底上的鹽仍舊是固體；但牠愈變愈少了。這倒是怪好看的呢！

師 你在這兒看到一種昇華的現象了；所謂昇華者，即不經過融化而直接蒸發是也。鹵砂直接由固體一變而為氣體；接着又直接由氣體一變而為固體了。並且我曾經告訴過你，這氣體並不是氯化鈉，而是氯化氫跟阿莫尼亞的一種混合體。

生 這是怎樣看出來的呢？

師 那是費了相當的困難纔看出來的。起初，我們去定蒸氣的密度（即蒸氣的分子量）；但找出來牠是等於五三·五〇。這個數目比較我們依照氯化銨的化學式所算出來的數目的半數祇大了一點點。因為要解釋這個現象，所以我們就做了一個假定，說蒸氣是由阿莫尼亞跟氯化氫的混合物構成功的。因此，體積就應當是雙倍大，而密度就應當是一半大了。

生 唔，但我們也不必立刻就相信這假定是對的呀。

師 從前有許多人也是這樣想的，所以他們曾經努力去找旁的證明。但後來有人把蒸氣的成分詳詳細細的檢驗了一下，結果那一班人就不得不投降了。氫氣極薄，所以很容

易散佈開去，這你一定還記得的(第十七章)。氣體愈薄，則其運動愈快：這是一種普通的現象。鉍的分子量是一七·〇四；氯化氫的分子量是三六·四七，換句話說，就是要兩倍於前者。我們如果使鹵砂的蒸氣放在空氣中若干時的話，那末，輕的阿莫尼亞就會跑掉，而使氯化氫遺留下來了。這樣一來，我們就可以把牠們分別加以證明了。

生 我可以看得見這一切嗎？

師 因為鹵砂須在高溫度時纔會蒸發，所以這個試驗是很不容易做的；我還是等到將來再做給你看吧。我還想把鉀根和鉍根的相似之處試驗給你看呢。這是鉍氯化鈉溶液；我把牠加些在鹵砂溶液裏——

生 出來的黃色沈澱跟鉍氯化鉀完全是一樣的。

師 現在再講牠們的不同之處。我加些氫氧化鉀溶液在鹵砂溶液裏，而把試管來加熱。你先聞一聞看；然後再把你聞到的東西解釋一下看。

生 這是阿莫尼亞的氣味！我把方程式寫出來看：



構成功的應當是氫氧化鉍而不是阿莫尼亞呀。

師 你想一想看，氫氧化鉍跟阿莫尼亞二者之間的關係倒是

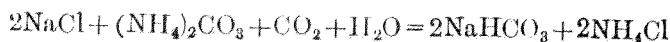
怎麼樣的呢？你有沒有看見過氫氧化銨呢？

生 啊，現在我想起來了：阿莫尼亞原是去水的氫氧化銨；而氫氧化銨是會分解為阿莫尼亞跟水的呀。

師 好極了，這是一點兒也不錯的。再則，爲了這個反應，我們不一定要用鼻子的；一張紅色的濕石蕊試紙也是有同樣的功效的；你瞧，牠會變藍呢。

生 如此看來，銨鹽跟鉀鹽是可以這樣加以辨別的，是不是？

師 對啦，我們做分析化學時，就是用的這個方法——現在我還得把阿莫尼亞的一種很重要的用途告訴你呢。我們拿牠來從食鹽裏製造蘇打，要比較以前的那個老方法（第五十章）簡單得多了。製造的方法是把碳酸銨加到食鹽溶液裏去，同時再通二氧化碳進去，於是就會發生下列的反應了：



你把方程式讀出來看。

生 氯化鈉加碳酸銨加二氧化碳加水構成功碳酸氫鈉跟氯化銨。阿莫尼亞是很弱的；牠怎能將氯由鈉那兒搶了去呢？

師 我們普通關於強酸弱酸所抱的見解往往能把人引到錯路上去；你剛纔提出的這個問題就是一個例子。我們在這兒

所討論的並不是酸，而是鹽。關於鹽類卻有一條定例，就是一種夠濃的溶液裏含有之一切可以存在的鹽類之中祇有那比較最難溶解的鹽纔會析出呢。在我們所討論的這個問題當中，碳酸氫鈉是比較最難溶解的。

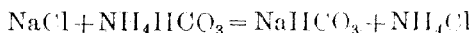
生 您說在其含有之一切可以存在的鹽類之中，這是什麼意思呀？

師 每一種鹽都是由陰向游子跟陽向游子構成功的。我們如果有兩種不同的含有 K' , K'' 陰向游子和 A' , A'' 陽向游子的鹽的話，那末，牠們一共就可以構成功四種鹽了。你倒說說看是那四種呢？

生 原來如此呵，現在我明白了。牠們一共構成功 $K'A'$, $K'A''$, $K''A'$, $K''A''$ 這四種鹽。對不對？

師 對啦。剛纔的那個方程式是照着工廠的實際情形寫的。你現在不妨假定溶液中是先構成功碳酸氫銨的。碳酸氫銨含有 NH_4^+ 和 HCO_3^- 兩種游子；而食鹽則含有 Na^+ 和 Cl^- 兩種游子。牠們可以構成功那幾種鹽呢？

生 除了您剛纔提到兩種之外，還可以構成功碳酸氫鈉跟氯化銨。對了，這就是我們所要的鹽了。如此說來，反應原是這樣的：



對不對呢？

師 一點兒也不錯。現在廢下的有幾種問題：一是怎樣把那可貴的阿莫尼亞重新加以利用；二是怎樣供給那必需的二氧化碳；三是怎樣使碳酸氫鈉變為碳酸鈉。第一個問題的解決法是把氯化銨跟碳酸鈣放在一起加熱就行了；這樣一來，碳酸銨就跑掉，而氯化鈣就廢下來了。至於第二個問題的話，我們只要把碳酸氫鈉加熱就可以得到二氧化碳了。碳酸氫鈉一經加熱就會分解為碳酸鈉，二氧化碳跟水了：



這樣一來，就同時得到蘇打跟二氧化碳了。

生 這一切想頭都好極了；但我還不能把這些問題整個兒的看清楚呢。

師 歸根結蒂講起來，不過是發生了下面這個反應而已：



因為進廠的只有前兩種東西，而出廠的只有後兩種東西罷了。至於銨鹽則可反來覆去的利用，所以牠們的作用乃是帶些中間性的。

生 我們爲什麼不索性把牠們藏開不用的？

師 原因在於我剛纔寫的這個反應，非但不能自動發生，並且實際上是會朝相反的方向進行的。我現在倒些蘇打溶液在氯化鈣溶液裏，立刻就有白色碳酸鈣沈澱下來了，而氯化鈉卻留在溶液裏了。

生 因爲碳酸鈣在這兒頂難溶解，所以牠纔會沈澱下來的，是不是？

師 說得好極了，你現在完全弄懂了。假如有阿莫尼亞在幫忙呢，那我們第一步就能得到碳酸氫鈉了，因爲牠在那個反應之中比較是頂難溶解的。又因爲碳酸鈉比較氯化鈉易於揮發，所以我們到後來纔能使氯化鈉變爲碳酸鈉的。在加熱時，那構成功的少許碳酸鈉要比氯化鈉先逃走；於是又得構成功新的碳酸鈉，構成功之後又得逃走……這個轉變作用一直要繼續到全部完成之後纔會停止呢。

生 如此看來，這跟您以前所講的製造鹽酸的情形(第三十六章)倒是很相似的呢。

師 關於這一點，你也是完全聽懂的。

生 我現在雖還不十分清楚和有把握；但我希望我經過幾番推敲之後能做到這一步就好了。

第五十三章 鈣(一)

師 我曾經拿化學跟本城的那座森林比較過，你還記得嗎？

生 記得的，你的話完全是對的，學化學的確是很有趣的。

師 因為我們現在要走的路跟以前走過的路，彼此互相交叉的機會愈來愈多了，所以我纔又提醒你這一點的。例如我們今天要討論的這個元素，你由牠的化合物上早已認識了牠了。

生 是的， CaCO_3 我是認識過了；普通用的粉筆就是碳酸鈣。我們曾經拿牠來製二氧化碳的呢。除此以外，我還用氫氧化鈣製過好多種的鹽的呢；但牠們的本身我卻沒有看見過，因為我製的乃是牠們的溶液呀。

師 好啦，我們就接着這一點討論下去吧。碳酸鈣還有另外好幾種形式呢。那造成巨山大岩的石灰石也是碳酸鈣。還有這些含有特別光學性質的晶體也是如如。你拿一塊放在一本打開的書上，從晶體上看過去看。

生 真奇怪，字母變成重複的了。

師 因此，牠在德文裏纔叫做 Doppelspat 的；在中文裏是叫做冰洲石。光從其中穿過時，可以使一種東西變成重複的現於吾人眼簾之前呢。

生 這是什麼原因呢？或者：這是跟什麼有連帶關係的呢？

師 這跟結晶形狀是有連帶關係的。你瞧，冰洲石是斜角形的。一切非立方晶系的晶體都是含有這種『雙折射』的性質的；不過在冰洲石比較最顯著罷了。那些透明程度較差一些的碳酸鈣晶體則叫做方解石。還有那些長得又小又狹的碳酸鈣晶體則叫做大理石。

生 但大理石是有顏色的呀。

師 要有雜質在牠形成時混了進去，牠纔會有顏色呢。極純粹的大理石是白色的，並且是同冰糖似的稍稍透明的。你怎樣證明牠們都是碳酸鈣呢？你把你第一次認識牠的情形想一想看。

生 我只要用鹽酸加進去，看牠們會不會起泡沫而放出二氧化碳來，就可以知道了。

師 好！你用這方法可證明牠們是碳酸鹽；但牠們跟碳酸鉀和碳酸鈉有何區別呢？

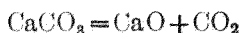
生 跟碳酸鉀和碳酸鈉有何區別？這兩種東西可以溶解在水

裏，而碳酸鈣是不可以的呀。

師 對啦！對於初學的人這個證明是已經足夠了。我們可以由石灰石裏製造其他各種的鈣化合物呢。

生 是呀。碳酸是極弱的，我們可用其他一切的酸類把牠趕出去呢。

師 我們也可以不用另一種酸，就能把碳酸從碳酸鈣裏趕出去呢。我們祇須把牠加熱，就可以發生下面的反應了：



你用語言讀出來看。

生 碳酸鈣構成功——氧化鈣——我說的可是對的？若是對的話，那就是構成功氧化鈣跟二氧化碳了。氧化鈣我還不認識呢。

師 這兒我拿給你看呀。牠是由石灰石裏製造出來的。因為石灰石變為氧化鈣時祇會縮小或『燒縮』，但並不融化，所以氧化鈣的外表跟石灰石是相似的。你算一算看，我們能由石灰石裏得到若干氧化鈣或石灰呢。

生 碳酸鈣的分子量是： $40.09 + 12.00 + 48.00 = 100.09$ ；氧化鈣的分子量是： $40.09 + 16.00 = 56.09$ 。不過比一半多些罷了。

師 答得好。我們來用水攪在石灰裏*。

生 這是爲什麼呢*?

師 你留神的看得了。我放少許水在一只大蒸發皿裏,等把水燒滾之後,就放幾小塊石灰進去。你看見什麼嗎?

生 起初看不見什麼。現在你雖把燈移開去;但蒸發皿裏卻開始有聲音出來了,並且水也在開始沸騰了。你把冷水加了進去之後,仍舊是有聲音的。而石灰卻膨脹起來了,變得很大了。現在,統統變成功一種白粉了;你雖加了許多水進去;但牠看上去就像是乾了似的。水都蒸發了嗎?熱是從那裏來的呢?

師 是發生了化學反應了:



你把方程式讀出來看。

生 氧化鈣加水構成功……啊,我認出來了,那是構成功氫氧化鈣了。

師 一點兒也不錯。氧化鈣是去水的氫氧化鈣,牠可以跟去水的硫酸似的和水化合而把很多的熱放出來呢。現在,你試

* 此處與原文稍有出入。德文中 löschen 一字,亦作救火解,故原文如斯云云。

試看，能不能從氫氧化鈣性質上把牠證明出來呢。

生 牠在水裏雖不大溶解；但在鹽酸裏卻是容易溶解的。允許我拿這些東西嗎？對啦，試驗出來的結果確是這樣的。

師 不要忘記用石蕊試驗呀。

生 不錯，氫氧化鈣是一種鹽基，牠能使紅石蕊試紙變藍呢。
——我試出來的結果正是如此。

師 自古以來，氫氧化鈣就是用這個方法（先燒而然後攪水）製造的。我們普通簡稱之為石灰；只當有必要時，纔分名之為生石灰跟熟石灰呢。塗牆用的灰泥一向就是用熟石灰做的。你有沒有看見過灰泥是怎樣做的呀？

生 看見過的，先是把石灰跟砂和水調成糊漿似的東西，然後再把牠塗在牆上或把牠塗在磚頭中間。等水分蒸發了之後，牠就像石灰或漿糊似的漸漸變硬了。

師 關於最後的這一點，換句話說，就是你對於灰泥所持的理論乃是不對的。光是把灰泥中的水分去掉，牠是不會變硬的。不，灰泥是吸收了空氣中的二氧化碳，變成功碳酸鈣了。碳酸鈣結晶之後，其晶體就橫七豎八的構成功一種石灰石或大理石似的固體了。你從牆上取些老灰泥下來，倒幾滴鹽酸上去看看——

生 有泡沫出來了。不錯，是有二氧化碳含在裏頭的。砂加進去有什麼用呢？

師 砂的作用完全是機械式的。因為新構成功的碳酸鈣的體積要小於消失掉的氫氧化鈣的體積，所以我們如果不用砂去填滿那一大部分的空隙的話，那就要生出裂痕來了。你把二氧化碳跟氫氧化鈣的反應用方程式寫出來看。

生 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。也會構成功水呢。

師 當我們搬進一間新房子裏去住的時候，那已經乾了的牆上常會重新『出汗』：其原因就是在此，因為我們呼出來的二氧化的碳是會跟石灰重新發生反應的呀。我們有什麼方法避免呢？

生 把二氧化碳通到房間裏去。

師 一點兒也不錯；但從什麼地方去取二氧化碳呢？

生 例如用鹽酸從石灰石裏去製造牠。

師 把燒紅的煤或焦炭放在大鐵籃裏擱到房間裏去要比較方便得多了，因為這樣一來，我們不但有了反應所需的二氧化碳，並且還同時有了乾燥所需的熱呢。

生 我曾經看見新房子裏放着這一類的火爐的；但我一向以為牠們的用途專是為着熱的呢。

師 你瞧，科學上所以能生出可怕的錯誤來，這就是一種原因。當我們找到一種正確的關係時，我們十之八九就以爲問題是完全解決了。但正確性跟完全性二者之間並不一定是[○]有連帶關係的，並且是不能互相保險的。——但我們要回到石灰上去了。氫氧化鈣在水裏是不大溶解的，一分氫氧化鈣差不離要五百分水纔會溶解呢。這你是知道的。

生 唔，這我是知道的。這種溶液叫做[○]石灰水[○]；我們可以拿牠來證明二氧化碳用呢。

師 對啦！溫度愈高，那末，氫氧化鈣的溶解度也就愈小：這跟無水硫酸鈉的情形（第五十一章）是一樣的。你如果把少許清石灰水燒滾的話，牠會變得很渾呢。沈澱當然是不會多的，因爲溶液裏的氫氧化鈣原是很少的。——

生 鈣本身是金屬。關於這一點你還沒有告訴我什麼呢。

師 我們在不久之前差不多還不認識鈣*，因爲我們在最近纔學會用電解法製造任何量的鈣的呢。牠的外表就跟鐵一樣，質地比較還硬，在潮濕空氣裏會因氧化作用而變爲石灰，跟水放在一起也會放出氫氣來；但牠構成功化合物的傾向要比鉀稍遜一籌了，比較鈉是更不用說了。

* 此係一九一九年之老話。

生 鈣根的性質是怎樣呢？

師 鈣根的性質你不是已經由你製造的那些鈣鹽上知道了嗎（第三十章）。牠是沒有顏色的；你尤其須記牢牠是二價的。我們已經認識了的那些鹼金屬的根全是一價的；還有鉍根也是一價的，而一切鹼土金屬的陰向游子則都是二價的。我們再把若干鈣鹽，尤其是硫酸鈣拿來討論討論。硫酸鈣也是一種很普通的質素；石膏就是硫酸鈣。你認得石膏嗎？

生 石膏像我是認得的，牠們是用一種白堊似的質素造成的。

師 自然界出產的石膏乃是晶體，並且有時是一種又大又跟玻璃似的透明的斜角形的晶片，有時是由許許多多細絲拼攏起來所構成功的一種帶着生絲光澤的東西，有時是一種顆粒狀的透明的石膏。後者有時是白色的，有時因為攙有雜質的原故也會是別種顏色的。我們稱之為雪花石膏；藝術家用的就是這一種石膏。我現在拿幾種自然石膏出來給你看看。石膏的脆性很小，是值得注意的。牠可以彎得很厲害而不至於碎裂呢。

生 所有這一切自然石膏都不是像石膏像那樣不透明的呀。難道牠們是別種東西不成？

師 牠們的區別祇是機械式的罷了。自然界出生的石膏不僅是硫酸鈣；牠還含有兩個結晶水呢。我們如果在不十分高的溫度之下約摸趕跑四分之三的結晶水的話，那末，就可以得到燒石膏了。我們如果把牠用水調成糊漿似的東西的話，那末，約過一刻鐘之久牠就會變成功一種比較堅硬，而在乾了之後完全是硬的東西了。石膏的主要用途就是從這種性質上來的。

生 這當中究竟是發生了什麼作用了呢？

師 石膏把趕跑了的結晶水又吸收了去了；而結晶水則變為固體了。生成功的晶體會彼此織成一片，於是就構成功凝結了的石膏固體了。因為糊漿似的那種東西在模型裏是無孔不入的，並且在普通溫度之下就能凝固的，所以我們纔能拿牠做各式各樣的模型用的。

生 請您做給我看看看。

師 最方便是莫過於做硬幣的模型。我先把硬幣來拭乾淨，然後用一塊油膩的布稍稍擦牠一下，使硬了的石膏後來容易剝下來。現在，我再用火漆把一張紙糊成一個圓圈，把硬幣罩在中間；然後把石膏跟水調成稀漿倒在硬幣上。等過了幾點鐘之後，你就可以很容易的把空模型剝下來了。

你如果在牠乾了之後，用油擦牠一擦的話，那末，你就又可以把石膏澆在這個空模型裏而得到一個真正的硬幣模型了。

生 但那些圓的模型是怎樣澆成功的呢？

師 在這種情形之下，空模型就要分做幾部分澆了；但每一部分都要可以直接取下來而不用敲碎纔行。然後，再把各部分拼攏起來，用石膏漿倒進去一澆就成功了。——我現在關於石膏用途所講給你聽的這一切東西，並不是真正的化學。我再補充一句，就是石膏是可以溶解在水裏的，不過是很有限的罷了，因為一份石膏要用到四百份水呢。泉水裏大都是含有這種溶解了的微量的石膏的。因為石膏可以溶解在水裏，所以那些不能避雨的牆頭是不能用牠來粉刷的。反之，房間裏面卻是要常常用牠的。——關於磷酸鈣你還記得什麼嗎？

生 牠是骨頭的一種成分；也出產在自然界中；並且可以當作肥料用呢（第四十六章）。

師 對啦！你把牠的化學式寫出來看。

生 哼！那我倒不知道怎樣辦好呢。磷酸有三個氫原子，而鈣卻是二價的。中和性磷酸鈣也許是沒有的吧？

師 有的，並且僅有中和性磷酸鈣纔會在自然界出產呢。你只要以二去乘磷酸的化學式，你就有六個氫原子了，並且就有辦法用鈣去代替牠了。

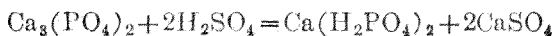
生 對啦！這是行得通的；我還不知道我們是可以這樣做的呢。如此說來，中和性磷酸鈣的化學式應當是 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 。

師 對啦！你把那兩種酸性磷酸鈣的化學式也寫出來。

生 如果有兩個氫原子要被鈣代替的話，那是容易辦的，我只要寫上一個鈣原子就行了： CaHPO_4 。這是對的嗎？如果只有一個氫原子要被鈣代替的話，那末，我大概又得用二去乘牠一乘了。結果應當是 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 。

師 一點兒也不錯。第三種磷酸鈣乃是過磷酸鈣（第四十六章）中功效最大的一種成分。牠是在硫酸跟中和性磷酸鈣發生作用時構成功的。方程式應當怎樣寫呢？你預先想想好呀。

生 硫酸是二價的，所以我只要用兩個硫酸就能取出兩個鈣了。方程式應當是：



師 答得好極了。磷酸四氫鈣可以溶解在水裏，所以是很容易被植物吸收了去的。中和性磷酸鈣在水裏將近是不溶解

的，所以我們纔使牠變為酸性磷酸鈣的。托馬斯熔滓（第四十六章）也含有中和性磷酸鈣，普通甚至含有過剩的鹽基呢。但牠是不用再加以提煉的，因為牠在空氣裏能變成功一種很細的粉末，被樹根很快的就吸收了去而被牠所分解呢。我們今天就此結束了。

第五十四章 鈣(二)

師 我們昨天關於鈣所談的一切問題都是非常容易的，所以是用不到再溫一遍的。

生 關於硫酸鈣的分解跟形成的問題我還有一點要向您請教呢。你告訴我說，牠在加熱時會分解為石灰跟二氧化碳。在灰泥裏，石灰卻能跟空氣裏的二氧化碳又化合為碳酸鈣。這跟前一種情形剛剛是相反的。是不是僅僅因為溫度的關係，所以反應纔會倒行的呢？

師 你猜得一點兒也不錯，原因完全是在溫度。不過這兩種情形之中也有一個小小的區別，即在前一情形中構成功的是氧化鈣，而在後一情形中變成功碳酸鈣的卻是氫氧化鈣。但在後一情形中，二氧化碳也能把灰泥裏的石灰的水分趕走呢，這是愈加值得注意的。

生 可不是嗎。那末，請您解釋吧。

師 硫酸鈣跟二氧化硫的關係，還有牠跟液態水和水蒸氣二者之間的關係都是有點相像的。水在任何溫度都有一定

的蒸氣壓力；並且溫度愈高，則其蒸氣壓力也就愈大。碳酸鈣也是這樣，牠的二氧化碳壓力在任何溫度之下總是有一定的，並且也是隨着溫度增大的。

生 如此說來，燒石灰的溫度就猶之乎是水的沸騰溫度了。
師 一點兒也不錯。我們如果把碳酸鈣放在一只裝有壓力計的密閉的器具裏加熱的話，那末，溫度愈高，壓力也就愈大。在八一二度時，就達到一大氣壓了。我們普通爲的要使分解作用進行得夠快起見，把牠熱的比八一二度更要高呢。

生 在普通溫度之下是怎樣情形呢？

師 在普通溫度之下，壓力是量不出來的；就是在四四〇度時，牠也纔剛剛能量得出呢。空氣裏普通約含有二千分之一的二氧化碳；因此，牠的壓力是等於二千分之一大氣壓。因爲碳酸鈣的分解壓力在普通要小於這個壓力，所以反應纔會倒着走的。

生 現在我漸漸明瞭了。

師 在比較容易接近的那些場合，我們也可以看到跟這相似的情形呢。我們能用碳酸鈉跟二氧化碳製造碳酸氫鈉（第五十一章）。而碳酸氫鈉在稍稍加熱時可以反過來變爲碳

酸鈉和二氧化碳跟水（第五十二章），這一切你一定是記得的。

生 不錯，這一切我是記得的。但那時碳酸氫鈉是在溶液裏構成功的呀。

師 這並沒有什麼不同之處，因為我們如果使反應所需的水分把固態碳酸鈉潤潮了的話，那末，也是會照樣的構成功碳酸氫鈉的。——現在，我們要討論鈣的氯化物了。氯化鈣你已經認識了。

生 是的，我曾經用石灰跟鹽酸把牠製出來的；但要得到固態氯化鈣卻不是易事。

師 原因是在於氯化鈣是很容易溶解在水裏的，所以最後那一點點水分是不容易從牠裏面去掉的。氯化鈣可以跟一至六分子的水結晶呢。牠放在空氣裏會經過潮解作用而變為溶液，其收濕性之大有如此者！因此，我們纔利用牠使氣體或其他東西變為乾燥的。牠是不帶腐蝕性的，所以也不會闖禍：牠這種長處是硫酸所不及的，但牠吸收水分的本領比較硫酸終要差些呢。

生 乾燥程度難道有高低之分嗎？我想一只水瓶既經空了，牠總不能更加空些呀。

師 而事實上卻正是跟你所想的相反的；完全使牠變空乃是辦不到的。如果不用抽象的話來解釋的話，就是我們是沒有方法把任何東西裏的水蒸氣絕對的取出來的。我們去水只能去到某種限度為止；這是要看所用的乾燥劑而定的。例如硫酸從用氯化鈣乾過的空氣裏還能取出少許的水分來，而這樣乾過的空氣還能再給五氧化二磷以微量的水分呢。但我們卻不可相信用五氧化二磷乾過的空氣是絕對不再含有水分的。——氯化鈣的用途不但不廣；牠並且在化學工業上，例如在阿莫尼亞蘇打法（第五十二章）中，還常常會變成功一種沒有價值的副產品贖下來呢。

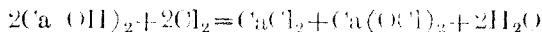
生 溴化鈣跟碘化鈣呢？

師 牠們的外表很像氯化鈣，也含有潮解性，並且是沒有多大用途的。但漂白粉卻是一種很重要的質素。

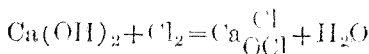
生 這名詞你從前已經向我提起過一次了。牠是次氯酸的一種鹽。

師 一點兒也不錯。氯跟氯氧化鈉發生作用時會構成功氯化鈉跟次氯酸鈉，這你是記得的。氯對於石灰的作用也是如此。你把方程式寫出來；但你記住鈣是二價的呀。

生 如此說來，我須用兩倍的氯呢？



師 一點兒也不錯。但我們有時也把方程式寫成這樣呢：



生 這一小堆東西表示什麼呀？

師 表示牠是一種重鹽。二價的鈣根一方面是和一價的氯根，另一方面是和一價的次氯酸根化合在一起的。並且我得告訴你，我們一直到現在還沒有能從實驗方面證明這兩種寫法之間是有分別的呢。因為這兩種化學式都是要被人們用的，所以我纔把牠們告訴你，使你認識牠們的。工廠裏為什麼要製造這種化合物，你還記得嗎？

生 唔，記得的。因為氯氣是不容易運輸的，所以我們纔使牠變成功一種固態化合物的。牠由這種固體中是容易重新製造出來的。

師 我們可以怎樣從漂白粉裏製造氯氣呢？

生 用酸來製造。

師 對啦！你用牠的第二種化學式跟硫酸把方程式寫出來看。

生 $\text{Ca} \begin{array}{c} \text{Cl} \\ \text{OCl} \end{array} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$ 。得到的氯跟原先放進去的氯，多寡正是相等的。

師 對啦！因此，我們在試驗室裏也能拿漂白粉來製造氯氣。

呢，那是很方便的。製造的方法是把牠放在我們從前製造硫化氫時用的那副儀器裏（第六十四圖）。而使濃鹽酸從漏斗管裏滴在牠上面。

生 這個方法和用二氧化錳跟鹽酸製造氯氣的那個方法比較起來，好處在那裏呢？

師 好處祇在不用加熱罷了。這樣一來，做起來就又方便又迅速了。現在，我們要離開漂白粉，而討論別一種在工業極重要的鈣化合物了。此即玻璃是也。玻璃是用什麼做的，我已經告訴過你了。

生 我記得玻璃是一種矽酸鹽；但記不得是那一種金屬的矽酸鹽了。似乎有鈉在裏頭的吧。

師 普通的玻璃是由矽酸鈉跟矽酸鈣做的。製玻璃的方法是把蘇打、石英沙跟石灰石放在一起加熱。於是二氧化碳就會跑掉，而構成功的矽酸鈉跟矽酸鈣就在高溫度下一同化爲清水似的溶液了。

生 矽酸怎會把碳酸趕走的呢？我記得清清楚楚的，你曾經親口告訴過我，矽酸在地面上是到處要被碳酸趕走的呀。

師 你記得一點兒也不錯。在普通溫度時的確是這個情形；但在高溫度時情形就剛剛相反了，因爲矽酸是不能揮發的，

而碳酸卻是能揮發的。

生 原來如此呵，我相信我已經聽了。一定又是先跑掉少許構成功的二氧化碳，然後又構成功少許二氧化碳，構成功之後再跑掉，……如此循環不息的一直繼續到二氧化碳完全跑光了爲止。

師 一點兒也不錯。我們已經把這種觀察方法應用過好多次了；牠事實上的確能把許多反應解釋清楚呢。再說玻璃的一層，起初趕走二氧化碳時，加熱是不能加得太厲害的，否則，牠會把融了的東西丟到爐子外面來呢。但到後來卻須用最大的猛火加熱，纔能把氣泡趕跑，而使偶然混跡其間之雜質沈到底下去呢。這種融化物，我們或者是用牠來澆東西，或者是讓牠先冷下來，而等牠的黏滯性達到相當程度時就來吹牠。平常用的方法多一半是後一種。

生 我還沒有聽懂呢。

師 韌玻璃質就好像肥皂水似的，是可以放在模型裏吹成功各種東西的。牠們不同之處，祇在前者可因適當之冷卻保持牠已經獲得之形狀，而皂子泡卻總是圓球形的罷了。

生 請您把這解釋給我聽吧。

師 例如製造窗玻璃時，第一步須吹成功一個圓球，第二步須

把圓球滾成功或用搖擺的方法使牠變成功一個兩頭都有圓底的圓筒，第三步須把圓底都切了去，而把圓筒剖開來，讓牠平着攤開來，於是，就構成功一塊四角方方的玻璃板了。這一切看起來很容易明白，描寫起來卻很難，所以你以後遇着有機會的時候，最好是到玻璃廠裏去參觀一次。玻璃匠在燈上的工作情形跟我剛纔所述的情形是很相似的，不過規模較小而已。我們在節場上常有機會看見這一類的玻璃匠用玻璃管製成各式各樣的東西呢。

生 玻璃管是怎樣做的呢？

師 方法是很簡單的，即先由一個工人吹成一個玻璃球，而由另一工人把一根鐵棒用少許玻璃質沾在玻璃球的另一極上，然後就彼此朝着相反的方向走開去，把圓球拉成功一個橢圓球。於是橢圓球中間的一段就是一根玻璃管了。他們走得愈快，玻璃管也就愈細。

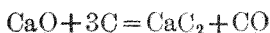
生 第一步總是少不了圓球的，而肥皂泡也是些圓球。這是什麼原故呢？

師 這是由表面張力所造成的。在任何液體的表面上，總有一種能在活動着，其目的在使表面縮小到最低限度為止。而容積相等時，要算圓球的表面為最小了。就是吹玻璃時所

構成的其他各種形狀也都是由表面張力所促成的；不過萬有引力跟黏滯性在加熱或冷卻時所受到的改變也是要被我們所利用的。——關於玻璃這一章，我們要就此結束了；就是關於鈣我們也差不離快講完了。

生 我還要提出一個小小的問題呢，請您不要見怪呀。我買了放在腳踏車燈裏用的 CaC_2 是不是跟鈣有任何關係的呢？

師 可不是跟鈣有關係的嗎。牠是鈣跟碳的一種化合物，你祇要一聽牠的名稱就可以知道了。牠是用石灰跟炭放在一起加熱而照着下列反應構成功的：



你把方程式用話語讀出來看。

生 石灰加炭構成功碳化鈣跟一氧化碳。如此看來，我自己也可以製造呀！

師 那是不行的，因為這個反應需要很高的溫度纔能發生呢，而這樣高的溫度祇有在電爐裏纔能達到呢。用碳化鈣製成氣體的方法你知道嗎？

生 知道的，祇要加水就行了。腳踏車燈的構造是可以使水滴下去的；我們不用氣體時，祇要把水關住就行了。

師 對啦!反應是這樣的:

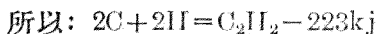
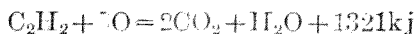


氣體的組成是 C_2H_2 , 名詞叫做乙炔。牠也是碳化氫之一種(第四十八章); 但其中所含之氫比較我以前告訴你的那幾種碳化氫要少得多了。

生 是不是因為這個原因, 所以牠燃燒時火光纔會這樣亮的呀?

師 這祇是一部分的原因罷了; 而主要的還是因為牠含有的能超過碳氫二元素多多的原故。兩個碳的燃燒熱是等於八一二仟焦耳; 兩個氫的燃燒熱是等於二八六仟焦耳, 一共是一〇九八仟焦耳, 而乙炔的燃燒熱卻是等於一三二一仟焦耳。

生 允許我計算乙炔構成時吸收了若干熱嗎? 我已經把從前的記算法(第四十八章)記牢了:



由此看來, 牠是吸收了二二三仟焦耳。牠燃燒時火光究竟

爲什麼這樣亮呢？

師 因爲牠燃燒時又會放出這麼多的熱來，所以溫度就相當的高而火光也就相當的亮了。一種東西的溫度愈高，那末，牠放出來的光也就愈多，這你是知道的呀。

生 我沒有想得到關於熱的計算竟能解釋這個現象呢。我現在弄懂了，所以格外覺得快活呢。

師 碳化鈣構成功時須吸收巨量的能。製造碳化鈣時爲什麼非用很大的電流不可，是跟這一點有連帶關係的。

生 牠吸收去的能後來就變爲光放出來了。如此說來，這竟是電光了！

師 不，這話是不對的。製造碳化鈣時，先是由全部分的電能轉變爲熱，然後再由一部分的熱轉變爲化學能的。而儲蓄在碳化鈣裏的不過是化學能罷了。

生 這我是明白的。任何形式的能，只要轉變爲其他形式之後，原有的形式就不存在了。

師 這就對了。關於鈣我們可以就此結束了。

第五十五章 鋇、鐳與鎂

師 你還記得我從前關於氯、溴、碘這三種元素的相互關係告訴你的話嗎？

生 記得的。您告訴我牠們的性質是彼此相似的，並且是照着牠們的化合量順序遞增的。

師 鹼金屬的性質也是這樣。在鹼金屬中，你除了鈉之外，只認識了鉀一種。除此以外，我們還知道有兩種跟鉀非常相似而產量則極微的鹼金屬呢；牠們的名字叫做銣跟銣。至於下面的這三種鹼土金屬：鈣、鐳、鋇，也是具有相似的性質的。我把牠們集攏起來寫成一個小小的表，表中秩序井然。你可以一看就看出來的。

銣.....35.46	溴.....79.92	碘.....126.92
鉀.....39.10	銣.....85.45	銣.....132.81
鈣.....40.07	鐳.....87.63	鋇.....137.37

生 是的。每一排的數目差不多是相等的；而在同一系的元素之間其差別約等於四十五。爲什麼一致的程度不更大些

呢？也許是因為化合量不正確的原故吧？

師 這些化合量都是很正確的，其中祇有小數點以下的第二位是靠不住的；但相差也祇有一而已*。不，其中的確是有不規則的情形的；但其原因何在，或跟什麼是有連帶關係的，我們在最近纔稍稍弄清楚的呢。但這當中的道理比較很深**，你要等到將來纔聽得懂呢。

生 所有的化合量都能排成這種表嗎？還是只限於少數元素的呢？

師 所有的元素都是能照着牠們的化合量排成功一個有秩序的表的，不過這種秩序不是十全十美的罷了。這個表的意義如何，你須等認識了一大部分的元素之後纔能加以判斷呢。——目前，我們還要去認識各個元素呢。關於鉍你知道些什麼呢？

生 我只知道牠是硫酸，換句話說，就是硫酸根的一種試藥。牠可以構成功一種不溶解的硫酸鉍沈澱呢。

師 對啦！從 BaSO_4 這個化學式裏，你一看就可以知道鉍根是二價的了。鉍根是不帶顏色的；但牠是有毒的，這是牠

* 參閱第三十二章之最新原子量表。

譯者

** 此處與原文稍有出入。

編者

跟鈣很不同之處。鋇本身是我們所不大知道的；牠是淡黃色的；性質跟鈣相似，不過比較易於氧化罷了。氫氧化鋇在水中比較氫氧化鈣容易溶解，牠在德文裏也簡稱為 Baryt。自然界的主要出產品是硫酸鋇；礦物學家稱之為重晶石。

生 爲什麼叫做重晶石呢？

師 因爲牠的密度特別來得大（等於四），所以我們纔叫牠做重晶石的。其餘那些非金屬礦石的密度不過只在二至三之間而已。Baryum（鋇）的名稱跟這一點也是有連帶關係的；牠是由希臘文裏的『重』字引導出來的，硫酸鋇既不會被酸溶解，又不會被空氣中或水中之其他質素所改變，所以是一種很不易起變化的質素。因此，我們纔拿人工製造出來的硫酸鋇當作白色顏料用的；又因其性質不起變化，所以纔叫牠做“permanentweifs”（耐久之白色顏料）的。除此以外，毒重石（即碳酸鋇）也是一種天然產物；其餘那些鋇鹽大都是用牠來製造的。我們在實驗室裏大都是用氯化鋇來證明硫酸根的。氯化鋇中含有兩個結晶水，是一種帶有光澤的晶體。硝酸鋇是不含結晶水的，並且比較是難溶解的。因爲牠可以給火光以綠的

顏色，所以製造燄火時是要用牠的。

生 其他那些鎂化合物沒有這種性質嗎？

師 一切鎂化合物都是有這種性質的；不過程度稍有不同而已。用硝酸鎂所得的結果，比較算是最好。現在，我們要接着討論銻了，因為硝酸銻能給火光以紅的顏色呢。銻本身跟鈣和鎂是十分相似的：顏色是淡黃的，在空氣裏跟在水裏是容易氧化的。氫氧化銻的顏色是白的，放在水裏要比較氫氧化鎂難溶解些；但比氫氧化鈣卻容易溶解些。牠的德文名詞叫做 Strontian。

生 這名詞是從那兒來的？

師 因為銻的礦物初次是發現在蘇格蘭的一處叫做 Strontian 的伯爵管轄地的，所以纔有這個名詞的。這種礦物完全跟鎂一樣，一是硫酸銻，一是碳酸銻。前者的礦物名詞叫做天青石，（因為其中往往含有雜質而帶天青色的原故）；後者的礦物名詞叫做碳酸銻礦。

生 這一類質素為什麼在礦物學上跟在化學上都是有雙料名稱的呢？

師 一則是因為這一類礦物的發現在前，而其化學組成的檢定在後的原故；二則是因為牠們的化學組成往往極為複

雜，所以牠們纔無法獲得簡單的名稱的。在這種情形之下，我們祇有隨意替牠們取一個名詞了。這種名詞至少有一種好處，就是牠們是非常簡單的。

生 礦物的名稱誰能加以斷定呢？

師 這種權利普通都是屬於那第一個發現牠而把牠加以敘述的人的。——硫酸鋇跟碳酸鋇一樣，在水裏是『不溶解』的，這就是說，牠們是很難溶解的。就這一點看來，硫酸鋇的性質也是介於硫酸鋇跟硫酸鈣二者之間的。至於氯化鋇跟硝酸鋇則都是非常容易溶解在水裏的。

生 鋇化合物有什麼用途？

師 除了做紅色燄火之外，用途是很有限的。氫氧化鋇在糖廠裏是有用途的；但我不能詳詳細細的說給你聽了。——鋇跟鋇的產量雖不算少；但也不能算豐富；不過跟溴和碘比較起來卻算是多的了。——最後，我們要提到一種很常見的鹼土金屬——鎂——了。牠跟鈣的關係，就猶之乎是鈉跟鉀的關係。

生 牠們的化合量之間有連帶關係嗎？

師 可不是嗎。鈉的化合量是二三·〇〇；鎂的化合量是二四·三二；這兩個數目是很相近的，猶之乎鈣的化合量跟鉀的

化合量的差別也是不大的；其餘幾對的元素也是如此。除此以外，牠們還有一種特別相似之處，即鎂跟鈣的關係比較鈣跟鋇和鋇的關係是來得疏遠些，猶之乎鈉跟鉀的關係比較鉀跟銣和銣的關係也是疏遠些的。

生 這一點我卻不明瞭。鎂的化合量跟鈣的化合量，還有鈉的化合量跟鉀的化合量，比較其他幾種元素的化合量，彼此實在要相近些呢。

師 牠們的化合量確是比較相近些；但牠們本身的性質跟牠們的化合物的性質卻不然。例如鈉在水面上是不會着火的，而鉀、銣、銣三種元素則反是。又鎂對於水的態度是很冷淡的，而鈣、鋇、鋇三種元素是能使水很快的分解的。

生 不錯，這一點我是記得的。我們從前曾經拿鎂做過許多試驗，所以我對牠已有相當的認識了。我們曾經拿牠來證明酸類的呢。

師 一點兒也不錯。正因為牠對於水的反應極微，而對於酸類的反應卻很大，所以纔能有這種功效的。鈣對於酸的反應比較牠對於水的反應也強得多了；但是因為牠對於水的反應已經很大了，所以纔看不出有很大的分別的，——鎂

另外還有什麼用途呢？

生 還可以拿牠製造亮光用呢。鎂帶燃燒時可以放出耀眼的白光來，而鎂粉則可製造攝影時用的閃光粉呢。

師 對啦！鎂的燃燒熱很大（六〇二仟焦耳）；所以構成功的氧化鎂纔會熱到很高的溫度的。溫度雖高；但牠並不揮發或融化，因此光就格外強了。

生 爲什麼？

師 因爲在同一高溫度下，固體放射的光普通總要多於液體或氣體呢。我用這個白金鈎（第七十一圖）把少許不帶顏色的玻璃融成一個小球。你瞧，白金是固體，所以燒得很亮；而玻璃卻完全是不放光的，並且其透明程度及其暗淡無光之性質就跟在普通溫度之下一樣，雖然牠的溫度並不低於白金絲的溫度。

生 我如果不是親眼看見的話，我真不會相信呢。這是太奇妙了！

師 一切可以讓光通過去的物體都是沒有射光的本領的。我現在從普通用的玻璃瓶上取少許深藍色或深綠色的玻璃來代替那不帶顏色的玻璃。你瞧，玻璃球現在雖不及白金絲那樣亮；但也在發光了。這種玻璃是不能使光通過去

的，牠們可以吸收光而將其吞沒，所以在加熱時纔會放光的。

生 這是一條普遍適用的定律嗎？

師 當然是的，你以後在物理學上還要詳詳細細去認識牠呢。
—— 鎂燃燒時構成功的氧化鎂外表如何，你是知道的。

生 唔，我是知道的。牠是一種白色的質素，放在酸類裏是會溶解的。

師 牠的組成是 MgO ，名詞叫做苦土（氧化鎂）。牠可以跟水化合為氫氧化鎂；但反應卻沒有石灰那樣猛烈，因為溫度的增高將近是覺察不出的，並且氧化鎂如果在事前燒得太厲害了的話，那末，反應的速度就會變的非常之小以至於使我們簡直看不出牠呢。氫氧化鎂在水裏將近是不溶解的；但我們如果放一小塊氫氧化鎂在紅石蕊試紙上，用水把牠弄濕的話，那末，試紙上就會構成功一個藍斑了。牠很容易溶解在酸類裏，而跟牠們構成功鹽類。此種鹽類中含有二價的無色鎂根。因為一切鎂鹽都是帶苦味的，所以鎂根也很可能是帶苦味的。

生 如此說來，一切酸類的酸味乃是從氫根那兒得到來的了？

師 一點兒也不錯。鎂鹽中以硫酸鎂為最普通。硫酸鎂很容易

溶解在水裏，並且是含有七個結晶水的。牠的名詞普通叫做苦鹽。

生 牠的味道也是苦的吗？

師 當然是的。礦水裏往往含有苦鹽，所以叫做苦水；其用途跟芒硝一樣，是一種瀉藥，——我從前講氯化鉀時，已經提到過氯化鎂了。牠們可以構成功一種叫做砂金石的重鹽，其化學式為 $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 。砂金石是一種天然產物；氯化鉀可以在適當的條件之下從裏頭結晶出來呢。氯化鎂的用途很有限，所以我們就聽一大半的氯化鎂流到河裏去了。

生 氯化鎂是毒的吗？

師 不是的；一切泉水跟河水之中多少總是含有鎂根的；祇在含得太多時纔有害呢。鎂化合物中散佈得最廣的是碳酸鎂；礦物學家稱之為菱苦土礦。牠跟方解石很相似；二者可以構成功一種叫做白雲石 (Dolomit) 的重鹽 ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$) 呢。大山往往是由白雲石造成的。

生 關於 Dolomiten 我曾經有一次讀到過的。

師 在南提羅爾 (Südtirol) 有一地層，牠的名詞就是叫做 Dolomiten 白雲石在風化時會變成功特別參差不齊的裂

痕，所以白雲石山脈的美麗往往是別饒風味的。碳酸鎂在加熱時很易失掉二氧化碳而變為氧化鎂。我們如果想用碳酸鉀或碳酸鈉加在一種鎂鹽裏製造碳酸鎂的話，那末，我們所得到的並不是純粹碳酸鎂，而是碳酸鎂跟氫氧化鎂的一種混合物。

生 這是什麼原故呢？

師 鹼金屬的碳酸鹽的溶液一部分是要被水分解的，所以溶液裏是含有羥基而能使紅石蕊試紙變藍的：這你早已知道了（第五十一章）。鎂根和牠放在一起之後，於是就變成功氫氧化鎂跟碳酸鎂沈澱下來了，因為這兩種東西都是不容易溶解的。——這種沈澱是一種很輕的白粉，藥房裏稱牠做 *magnesia alba*（白色苦土，或鹼性碳酸鎂），拿牠當作一種藥品出賣呢。

生 把肚子吃壞了的時候，可以拿牠來醫治呢。

師 看上去你大概曾經用過一次的吧。最後，我再拿幾種由含水的矽酸鎂構成功的鎂礦給你看看：牠們的名詞叫做滑石，石鹼石跟蛇紋石。你用手摸摸看；摸上去都是特別光滑而油膩的。牠們都能吃得住高溫度，所以製造煤氣燈時特別是要用到石鹼石的。

第五十六章 鋁

師 講完鹼土金屬之後，接下去就是土金屬了；但我們祇預備去認識其中的一種，因為其餘各種的產量都是很少的，我們還沒有能詳詳細細的研究牠們呢。土金屬可以構成功三價的游子；牠們的氫化合物都是些弱鹽基。這種唯一的金屬叫做鋁，你看見過牠嗎？

生 鋁做的東西我已經看見過很多了。牠是雪白嶄亮跟銀子一樣的；但牠的質地似乎是很軟的。

師 可不是嗎。鋁並不是一種貴金屬，因為牠在空氣裏雖能支持很長久；但是牠會被許許多多的鹽溶液侵蝕呢。牠在空氣裏會被一層薄薄的透明的看不見的氧化物遮住，所以纔能持久的。這種氧化物能跟一層漆似的保護牠呢。

生 如果把牠刮掉一點或銼掉一點呢？

師 那末，這場合是會自動的又構成功一層新的氧化物的。但我們也可以使這一層東西失掉功效呢，讓我來試驗給你看呀。我有一塊鋁皮在這兒；我放一滴水銀在上面，用一

塊浸過鹽酸的布去磨那滴水銀——

生 變成亮晶晶的水銀似的鏡子了。

師 你留神看呀！

生 這是忽然從那兒來的呀！亮晶晶的場合長了一層霉了。我們可以看見牠在生長呢。這種東西我從來沒有見識過呢！

師 這是鋁皮上因為空氣裏的潮氣的作用所構成功的 Al_2O_3 。在有水銀的那種濕場合是不能構成功固態氧化物的，所以氧化作用是進行得很快的。你摸一摸鋁皮的反面看；牠變得很熱了。因此，鋁器是切不可碰到水銀的。鋁很喜歡跟氧化合，所以從鋁化合物裏鍊鋁是非用許多能不可的。鋁是用電解法從融化了的氧化鋁裏製造出來的。鋁跑到陰極上去，而氧則跑到陽極上去。陽極是用炭做的；氧在那兒會立刻變為一氧化碳，所以分解作用進行起來就格外容易了。鋁的密度是等於二·七，比普通的重金屬要輕多了，因為後者的密度至少要三倍於鋁的密度呢。鋁可以抽成細絲或錘成薄片；後者可用以『鍍銀』，因為牠碰到硫化氫是不會變暗的，所以牠的光澤比真銀還能持久呢。磨成細粉的薄片叫做鋁粉，我們可以拿牠做同樣的用途呢。鋁會被酸類侵蝕和溶解。你把牠跟鹽酸的反應寫出

來看；但不要忘了牠是三價的呀。

生 $\text{Al} + 3\text{HCl} = \text{AlCl}_3 + 3\text{H}$ 。方程式是對的嗎？

師 對的。溶液裏含有三價的鋁根，鋁根是沒有顏色的。牠可以跟陽向原子構成功鹽類。但氫氧化鋁是一種弱鹽基，所以鋁鹽在溶液裏是會被水分解為酸和鹽基的。

這情形跟鹼金屬的碳酸鹽完全是一樣的。在後一情形中，因為酸是弱的，所以溶液的反應是鹼性的；在前一情形中，因為鹽基是弱的——

生 所以溶液的反應是酸性的。允許我試試看嗎？

師 這是少許氯化鋁；你把牠先溶在水裏。

生 對啦！牠立刻就使藍石蕊試紙變紅了。水有什麼本領可以造成這兩種相反的事實呢？

師 水會分解為氫根和羥根，所以其中是含有微量的氫根和羥根的：



水既有酸的作用，又有鹽基的作用，就是因為這個原故。

但這兩種根的含量極微，所以水祇有碰到由弱酸或弱鹽基構成功的鹽類纔會有上述的作用呢。氯化鋁溶在水裏之後。就沒有方法再把牠製造出來了：由這一點上，也可

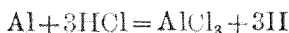
以看出牠的分解作用呢。我們如果把氯化鋁的溶液加以蒸發的話，那末，就會發生下列的反應了：



你讀出來看？

生 氯化鋁加水構成功氫氧化鋁跟氯化氫，如此看來，倒可以拿牠製造鹽酸呢。

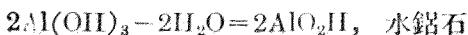
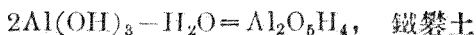
師 如果氯化鋁的價錢不貴的話，當然是可以的。但氯化鋁本身還得先用鋁跟氯化氫製造呢：

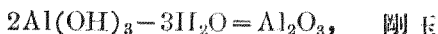


我們用這個方法可以得一種白色的東西。這種白色的東西一則可以在高溫度時揮發，二則溶解在水裏的時候會發出很多的熱來。我們如果把阿莫尼亞加到牠的水溶液裏去的話，那末，氫氧化鋁就沈澱出來了。

生 我們並看不出什麼呀；牠是透明的或像膠質物似的。

師 牠是非晶狀的。自然界既出產正常的氫氧化鋁（牠的礦物名詞叫做水礬土）；也出產各種去水的氫氧化鋁。我們一共有下列各種可能性：





這一切質素都可以出產在自然界中；牠們的礦物名詞我都替你寫在一起了。鐵礬土是製鋁的一種重要原料；牠在加熱時會把所有的氫都當作水分放出來，而變成功氧化鋁呢。剛玉結晶結得很好；並且含有很高的硬度，這是牠的長處。還有一種顆粒狀的常常為氧化鐵染成深顏色的剛玉叫做剛玉砂；拿牠來磨玻璃或磨硬鋼是非常有效的。——我還要把氫氧化鈉的一種特殊性質試驗給你看呢。這是氯化鋁溶液。我如果把少許氫氧化鉀小心地加進去的話，那末，就會構成功一種沈澱了。沈澱出來的是什麼東西呢？

生 $\text{AlCl}_3 + \text{KOH}$ —— 不行，我得用三個氫氧化鉀呢 —— $\text{AlCl}_3 + 3\text{KOH} = \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{KCl}$ 。沈澱出來的是氫氧化鋁，從牠的外表上看起來也是的。

師 對啦！我現在如果多加些氫氧化鉀進去的話，沈澱就重新溶掉了，而我們卻得到一種碧清的溶液了。

生 這我可不懂了。

師 我也不能要求你懂的。氫氧化鋁不但有鹽基的反應，並且也有酸的反應呢。牠原是含有氫的；而這個氫的性質乃是

跟弱酸裏的氫一樣的。如此說來，氫氧化鋁的性質跟水是相似的；不過牠的鹽基性比較牠的酸性來得強些而已。鋁溶解在氫氧化鉀裏的時候，爲什麼會放出氫氣來；上述反應是可以把這個問題加以解答的。這一隻小試管裏裝的是鋁跟氫氧化鉀；我如果把牠稍稍加熱的話，那末，一會兒就有氫氣放出來了。你以後不妨把這個試驗再親自複做一遍，並且證明放出來的的確是氫氣。現在，我還想告訴你一句話，就是我們普通也把氫氧化鋁叫做礬土呢。

生 是不是就是那製容器用的黏土呀？

師 不是的，黏土跟礬土的分別是很大的。後者是氫氧化鋁；而前者是由矽酸鋁造成的。矽酸鋁可以跟其他的矽酸鹽構成功許多的化合物出產在自然界；但其他的矽酸鹽會因水跟碳酸的作用而分解（第四十九章），而矽酸鋁是不會改變的。礬土是一種非常弱的鹽基，弱碳酸是簡直不會跟牠化合的。事實上我們的确是不知道碳酸鋁的；所以碳酸對於矽酸鋁是毫無影響的。於是矽酸鋁就被大大小小的河流當作細粉帶起跑了，並且在靜止的場合就沈積下來了。黏土的純粹度各有不同，所以牠有磁土、黏土、壩母、紅黏土、泥灰土之分。最常見的雜質是石英砂，氧化

鐵，跟泥灰土裏面所含的碳酸鈣這三種東西。

生 磁器就是用磁土做的嗎？請您告訴我是怎樣做的呀？

師 先用最純粹的黏土做成功各種坯；等牠們乾了之後，就把牠們初次放進窯裏『燒』牠一次。然後再把牠們放在磨得很細的長石乳裏浸牠一浸；水分被吸進坯裏之後，坯外面就塗了薄薄的一層長石呢。

生 爲什麼要塗這一層長石呢？

師 長石是矽酸鉀跟矽酸鋁的一種化合物。牠雖不容易融化；但比較黏土是容易得多了。牠融了之後，就會變成功一種玻璃似的東西。等這步手續完成之後，就把坯來好好的加熱。因爲此時黏土不會融化，而長石是會融化的，所以融了的長石就好像一層漆似的沾在坯的表面上了。等冷卻之後，就是表面上有一層很光滑的釉的磁器了。

生 爲什麼會這樣光滑的呢？

師 又是因爲表面張力的原故。一層光滑的平面比較一層粗糙的平面是要小些，所以任何液體的表面在靜止時總是光滑的。

生 這是實情。我沒有想得到這當中的道理是如此簡單的。

師 讓我接下去告訴你其他各種陶器是怎樣製造的呀。土器

是用一種極堅固的黏土做成功坯之後放在高溫度之下燒出來的。當牠在窯裏燒得最熱的時候，我們如果把食鹽放了進去的話，那末，蒸發了的食鹽就會跟窯裏的水分構成功矽酸鈉和矽酸鋁的重鹽而同時把氯化氫放出來了。土器外面的一層釉就是由這種重鹽構成功的。——芳社瓷跟普通的陶器是用比較低一點的溫度燒成功的。未燒之前，坯的外面塗有一種粉；這種粉融化之後就變成功玻璃（第五十四章）沾在表面上了。芳社瓷跟普通的陶器就是用這方法上釉的。至於磚瓦、花盆這一類的東西，祇要把乾了的坯一燒就成功了。因為表面上不上釉的關係，所以牠們是會透水的。

生 黏土被燒的時候，會發生什麼作用呢？

師 一則牠會失水而變成功一種沾在一起的石頭似的東西。這種東西雖是多孔的，但是放在水裏仍舊是能沾在一起的。至於那沒有燒過的黏土，只要一放進水裏就要散開來了。二則牠會同時縮小，並且溫度燒得愈高，那末，牠也就縮得愈小。這個作用我們稱之為『燒縮』。我們燒出來的東西如須有一定的尺寸的話，那末，我們對於這一點是不能不加以注意的。

生 磚瓦跟花盆普通是紅顏色的。

師 這是因爲粗黏土裏含有氧化鐵的原故。就是釉的各種顏色也是由金屬的氧化物得來的。我們以後還要去認識各種不同的金屬所引起的各種不同的顏色呢。普通食具上的那層不透明的釉乃是用骨灰加在玻璃裏燒成功的。磷酸鈣不會溶解在釉裏，所以纔會使牠變成功又白又不透明的。鐵器外面的那層瑱瑱質就是用這種東西做的。

生 關於這一切我想知道得更清楚些呢。

師 這些東西都是屬於工業化學範圍之內的，你以後可以特別去讀牠的。我祇能就化學方面揀我認爲重要的幾點告訴你，使你一則可以把牠記在腦子裏，二則可以因此看出化學是跟各方面都有關係的罷了。我們普通如果想完完全全明瞭一種工業方法，那是非先對化學中的各部分有一種充分的知識不可的；所以我們在學工業化學之前是非把純粹化學弄通不可的。

生 就是在純粹化學裏也是能看到許多有趣的故事的。

師 可不是嗎。——這種鹽叫做硫酸鋁。你把牠的化學式寫出來看。

生 硫酸裏含有兩個氫，而鋁卻是三價的；這都是合不攏來

的。我應當拿三個硫酸呢；三個硫酸一共是含有六個氫，所以我要用兩個鋁纜行呢。我算對沒有？如果是對的話，那末，化學式應當是 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 。

師 這就對了。硫酸鋁含有二十四個結晶水。我如果把硫酸鋁溶液跟硫酸鉀飽和溶液加在一起搖一搖的話，那末，就有一種沙似的粉狀物沈澱下來了。你把牠用擴大鏡觀察一下看。

生 都是些美麗無比的有規則的晶體。

師 牠們是硫酸鉀跟硫酸鋁的一種化合物。我們稱這一類的鹽爲重鹽。其化學式爲 $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 。因爲牠可以被二去除，所以還可以寫得更簡單些呢： $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 + 12\text{H}_2\text{O}$ 。我同時也把結晶水寫出來了。兩個硫酸一共含有四個氫；所以我們也可以當一個氫是被一價的鉀代替了，而另外三個氫是被三價的鋁代替了呢。這種鹽自古就是我們所知道的；牠的中文名詞叫做明礬，德文名詞叫做 Alaun，是由拉丁文 alumen 這一個字上得來的。

生 所以鋁的德文名詞也叫做 Aluminium 的呵，是不是？

師 一點兒也不錯。我剛纔所以把那個拉丁字告訴你，就是要叫你自己去發現的呀。經過很長久的時期，明礬是我們唯

一所知道的，並且是我們唯一能製造的純粹鋁鹽。

生 這是什麼原故呢？

師 因為其他一切鋁鹽都是不容易結晶的，而我們除了用結晶的方法之外，幾乎是再無別種方法可以把不純粹的質素加以提淨的，所以纔是這樣的。鋁鹽是染色時用的一種媒染劑。

生 這是什麼意思？

師 許多顏料沾在織物纖維上是不夠牢的。但牠們卻能跟氫氧化鋁很牢的沾在一起，而氫氧化鋁又能跟纖維很牢的沾在一起，所以祇要有氫氧化鋁在中間做媒介物，顏料物就能被纖維吸得很牢了。因為你的知識還不夠豐富，所以我還不能詳詳細細的告訴你這是跟什麼有連帶關係的呢。

生 但明礬並不是氫氧化鋁呀。難道纖維可以把氫氧化鋁從明礬裏取出來嗎？

師 氫氧化鋁是一種很弱的鹽基；這兩種事實是有連帶關係的。因為牠是弱鹽基，所以鋁鹽在水溶液裏一部分是會水分解的。這就是說，牠們是會因水的作用而分解為自由酸跟自由鹽基的（第四十九章）。纖維所以能把一部分的

氫氧化鋁佔爲己有，也就是因爲這個原故。你倒說說看，我們可以用什麼方法叫牠分解得格外厲害些呢？水分解是跟什麼有連帶關係的呢？

生 牠跟弱酸或弱鹽基是有連帶關係的。但我們總沒有方法使氫氧化鋁變得格外弱些吧？

師 這是不能的；但明礬裏的硫酸是無關緊要的，所以我們儘可以拿一種弱酸的鋁鹽來應用呢。你認識一種弱酸嗎？

生 我認識許多呢：亞硫酸、碳酸、醋酸、磷酸都是弱酸，

師 其中祇有一種可以跟氫氧化鋁構成功一種含有溶解性的鹽，所以祇有牠是可以用的；此卽醋酸是也。這是明礬的溶液；我如果把牠單獨加熱的話，那末，牠是不改變的。我現在加些醋酸鈉進去：牠一會兒就變渾了。沈澱物是水從新構成功的醋酸鋁裏分離出來的氫氧化鋁；牠的分量一多之後，就變爲沈澱析出了。

生 但溶液裏含的並不是醋酸鋁，而是硫酸鋁跟醋酸鈉呀。我們是用什麼方法使牠剛好構成功醋酸鋁的呢？

師 那是什麼方法也用不着的，這是能自動發生的，鹽的游子能在水溶液裏各自獨立存在，你是知道的呀。如此說來，硫酸鋁送出來的鋁根和醋酸鈉送出來的醋酸根同時

並存時，其情形與二者先化合爲固態醋酸鋁，然後又溶解在水裏變成了游子是毫無分別的。

生 這又是非常簡單的。如果您不告訴我，我是不敢這樣想法的。

師 其實你是應當知道的，例如你從以前做的那些試驗裏，已經證明了氯根和銀根，或硫酸根和鋇根彼此不論怎樣碰到頭的時候，總是會構成功沈澱的。

生 如此說來，我祇要把每一種鹽的含在其他任何化合物裏的游子放在一起的話，那末，溶液裏就有這種鹽了，是不是呢？

師 一點兒也不錯。你還可以說得正確些，即此種溶液的性質於是就跟那種鹽的溶液的性質是一致的了。我現在須立刻補充一句，就是我們在少數情形中也發現過跟這個定例不一致的情形呢。但此中之真正原因，是在我們做的那個前提發生了錯誤了，換句話說，就是我們以爲存在的那幾種游子實際上是不存在的。

生 這些游子是到那兒去了呢？

師 變成功別的化合物了。但我們要把這問題放到將來去討論了，因爲這種例子也要到將來纔會出現呢。我的口的不

過是要教你有相當的準備，將來可以明瞭這樣的一個例子，所以現在纔引你對於這件事情的注意的。今天我們就此打住了。

第五十七章 鐵(一)

師 今天我們要開始重金屬的觀察了，並且要拿重金屬中最
重要的鐵來開始。

生 爲什麼鐵是最重要的呢？我想黃金應當是最重要的呀。

師 你是不是因爲黃金是最貴的金屬之一而鐵是最賤的金屬
之一，所以纔這樣想的呀？這正是鐵比金來得格外重要的
原因。

生 這話我可不明白。

師 如果鐵也像黃金一樣貴重的話。那末，我們就休想用牠來
製造機器、火車軌道、橋樑以及現代工業上的其他一切許
許多多的生產工具了。你就是把世界上所有的黃金集攏
起來，牠也不夠應付一個小小的機器工場裏的金屬需要
呢。

生 但是我卻從來沒有在自然界中找到過鐵。牠也許是藏在
地下的嗎？

師 鐵本身確是很少出現的；但是牠的化合物是散佈得很廣

的，鐵從這些化合物裏提煉出來的。沒有植物生長的場合，地面跟岩石的顏色是怎樣的？

生 砂是黃色的；岩石是褐色或是淡紅色的，有時卻是灰色或是淡綠色的。

師 對啦！這一切顏色都是從鐵那兒得來的。構成功地殼主要成分的鋁、鈣、鎂跟砂這些東西的化合物都是沒有顏色的，這你早就知道了。

生 對啦！我倒沒有想到那上頭去呢。

師 如此說來，石頭跟那些由石頭構成功的東西如果是有顏色的話，那末，這種顏色一定是由於另一種元素那兒得來的。造成這種顏色的質素差不離都是鐵，因為鐵正是非常普遍的。只有那些有植物生長的場合的黑色跟褐色，纔是由植物殘渣腐爛後所構成的含炭質素所引起的呢。我們稱這種質素爲腐植土；但這個名詞並不表示化學上的一種固定的化合物。

生 我們也從那些黃色跟紅色的石頭裏去鍊鐵嗎？

師 不，那是太少了。但地球上卻有許多場合是有鐵的；並且其中所含的鐵也很多，是令人值得去提煉的。這種鐵礦普通都是鐵跟氧的化合物。從這些化合物裏鍊鐵的方法，要

等你認識了這些化合物之後，我纔能告訴你呢。你先把你關於鐵所知道的東西說給我聽聽看。

生 鐵是一種灰色的金屬；牠是很韌的，並且放在空氣裏是會生鏽的。

師 說得很好。鐵有鑄鐵跟鍛鐵之分，就是鋼也是鐵之一種。

生 鐵爲什麼會有許多種類呢？牠們是不是像炭一樣的是同素異性的形狀呢？

師 不是的；這種區別是由於各種鐵都含有碳而碳的含量又彼此各不相同而來的。純粹鐵跟鍛鐵最相似；牠的顏色是灰色的，質地很韌，跟鍛鐵相較不過稍微軟些罷了。鍛鐵跟工業上用的其他各種鐵比較起來，牠所含的碳最少，含量還不到百分之二呢。——什麼叫作鍛冶？你看見過鐵匠打鐵嗎？

生 看見過的，他先把鐵燒紅，於是鐵就變軟了，而鐵匠就可以任意把牠弄彎或用鐵錘把牠錘扁了。鐵等到冷卻之後，牠就重新變硬了。

師 對啦！在高溫時，鐵沒有融化之前，就先變軟了。在這一方面，牠的性質跟其他一大半的固態質素是不同的，因爲鐵在牠的融點時是不會變軟的；而例如冰跟硫黃在融點時

就都是脆的了。因此，我們也能把兩塊燒紅了的鐵好像兩塊樹脂或瀝青似的打成一塊呢。這種方法我們稱之為

銲接，

⊙ ⊙

生 不錯，這我是看見過的，鐵匠對我說，那要把鐵燒得很紅纔行呢。

師 一點兒也不錯。除了鍛鐵以外，還有一種鑄鐵；你留神看過鑄鐵嗎？

生 看過的，牠的灰色比鍛鐵要深些呢。牠似乎比鍛鐵容易折斷些，因為我們是不能把牠弄彎的。

師 對啦！鑄鐵既不是韌的，也不是能弄彎的，你如果用放大鏡把這塊鑄鐵的斷面仔細看一看的話，那末，你就會看出裏面的亮暗各不相同的晶狀部分了。那些黑暗的部分就是石墨。

生 石墨怎會跑到鑄鐵裏去的呢？

師 我們鍊鐵的時候，鐵是當着炭的而融化的，所以碳就儘量的溶在燒融了的鐵裏了。但鐵在凝固的時候，卻不能包容這麼多的碳，於是碳就變為晶體析出了。

生 可惜析出的不是金剛鑽！

師 我們如果使燒融了的鐵陡然冷下來的話，那末，據說也可

以得到金剛鑽呢。但牠是小得難以證明的。鑄鐵裏有了這種石墨小片，牠的質地自然比較不含石墨的鍛鐵來得脆些了。我把鹽酸倒在這些小塊的鑄鐵上面；你猜會發生什麼現象？

生 鐵也許會跟鋅一樣溶解在鹽酸裏吧。如果這個猜想是對的話，那末，鐵會跟氯互相化合而放出氫氣來呢。事實上的確有泡沫出來了，我大概是猜對了。

師 你聞一聞看。

生 呸，這氣味多難聞呀。牠是什麼呀？牠並不像硫化氫的氣味。

師 在鑄鐵裏有一部分的碳是跟鐵化合在一起的。這種碳會跟氫構成功碳化氫一類的東西(第四十八章)；你聞到的氣味就是從牠那兒來的。我們如果把這種不純粹的氫氣點着的話，那末，除了水以外，我們還可以得到少量的二氧化碳呢。反之，鹽酸把鐵通通溶掉以後，石墨就變成功黑粉塵下來了。

生 如此說來，我們到後來須把液體過濾而把石墨加以洗滌呢，是不是呀？

師 唔，你可以照着這樣做的。我們如果使含碳甚多的燒融了

的鐵很快就冷卻的話，那末，我們就會得到一種性質完全不同的鑄鐵了。牠的顏色是白的；質地是非常硬而脆的；並且還可以裂成又平又亮的晶狀碎面呢。牠所以叫做白鑄鐵或鏡鐵，就是因為這個原故。

他為什麼會變成這樣的呢？

師 冷得太快時，碳就來不及析出了，所以就仍舊跟鐵化合在一起了；因此，白鑄鐵的性質實際上乃是碳化鐵的性質。白鑄鐵溶解在酸類裏的時候，放出來的碳化氫要比灰色的鑄鐵多得多，原因也正在此。我們如果使鑄鐵在傳熱傳得很快的金屬模型裏凝固的話，那末，在適當的情形之下，牠的外面就會構成功一層白鑄鐵，而在內部則因冷得比較慢些的原故構成功灰色的鑄鐵了。於是白鑄鐵跟鑄鐵的長處，這樣鍊成功的鐵塊就兼而有之了：牠外面是硬的和白鑄鐵一樣的；但整個講起來，牠又不及白鑄鐵那樣的脆，其強度只不過大的跟灰色鑄鐵一樣罷了。我們稱這種鑄鐵為鋼鑄鐵。滾筒、鋼板等等就是用牠來製造的。鑄鐵約含百分之四的碳。

生 鋼是什麼呢？

師 鋼是含碳千分之五到百分之二的鐵；至於碳的含量究竟

有多麼大，那就要看情形去了。鋼有一種很顯著的性質，即我剛纔說給你聽的鍊鍛是也。我這兒有一根用鋼做的掛鐘裏的舊發條；你瞧，我雖可以把牠變得很厲害，可是等我一放手，牠又彈回去變成功原來的樣子了。

生 我們稱這種性質爲彈性，對不對？

師 對啦！現在我把發條的一端燒紅，而把牠放到水裏去。你現在把牠弄彎了看——

生 牠斷了。

師 但牠同時卻變得很硬了，我可以用牠來割玻璃呢。你用那折斷場合的尖角來割把這塊玻璃嘍。

生 真是可以割玻璃的。可是用原來的那鋼就不能割了。

師 因此，我們纔說這種由燒紅了的鋼經過突然的冷卻而構成的鋼是含有玻璃硬性的。我現在把這塊帶有玻璃硬性的鋼重新來加熱，但這一次卻不把牠放到水裏去了。你再拿牠試試看哪！

生 牠完全變軟了，差不離是跟鉛一樣的了；牠也沒有彈性了，我可以把牠完全弄彎呢。牠也不能再割玻璃了。

師 我現在如果把牠再來燒紅而使牠突然冷下來的話，那末，牠就重新變成又硬又脆的了。

生 是的，這我現在是看見的。我們怎樣纔可以使牠跟起初一樣的有彈性呢？

師 那只要先把牠加以鍛鍊，然後再把牠很小心的熱到一定的溫度就行了。溫度熱得愈高，那末。鋼的硬度跟脆度的損失也就愈大，所以我們能在兩種極端的情形中要把牠鍛鍊到什麼程度就能把牠鍛鍊到什麼程度呢。

生 但是正確的溫度我們怎會知道呢？

師 事實上，這的確是一個困難問題；但在溫度計還沒有發明以前，人們早就發明了一個解決的方法了。我先把這塊鋼的一端放在火裏燒紅，然後再使牠冷下來。在燒熱的場合跟沒有燒熱的場合二者之間，你看見什麼嗎？

生 那裏構成功種種的顏色了。每逢我把小刀的尖頭放在燈火裏燒的時候，我總是能看出這種顏色的。

師 而小刀頭卻燒壞了！這種顏色有一定次序，並且每次都是相同的。從冷的一方面起，你看見些什麼顏色？

生 最初是黃色，其次是褐色、紅色、深紅色、紫色、青色、灰色。

師 顏色不同的場合，溫度也是依着牠們的次序增高上去的。如此說來，我們如果使一塊鍛鍊過的鋼燒到變為黃色為

止的話，那末，牠的溫度是不及燒成青色時那樣高的。因此，我們每次都能從顏色上知道牠所達到的溫度呢，而每一種顏色總是相當於一種固定的硬度的。

生 這倒怪奧妙呢！而這些東西人們很早就已經知道了嗎？

師 不是的，人們從前只知道燒到各種不同的顏色。就可以獲得各種不同的硬度罷了。鐵工廠用的工具只要用燒成黃色的鋼做就行了；黃銅工廠用的工具只要用燒成褐色的鋼做就行了；木工廠用的工具只要用燒成藍色的鋼做就行了。

生 而做鐘表發條用的鋼是必須鍛鍊成紫色的。這個發條就是紫色的。但這些顏色究竟是從什麼地方來的呢？

師 牠們是薄片的顏色。我把一根細玻璃管的一端燒熱，等牠燒的合攏起來之後，就用力的把牠吹成一個球——

生 胡啦！牠爆炸了！玻璃球碎成許多薄片了。這些薄片像珍珠一樣的好看呢。

師 這就是薄片的顏色了。牠的顏色跟你在皂子泡裏所看到的是一樣的；任何透明的質素分散為很薄的小片以後，都是會構成功這種顏色的。至於牠構成的原理，你將來在物理學自然會學到的。鋼放在火裏燒的時候，鐵會跟氧相化

合；並且溫度愈高，構成功的那一層氧化鐵也就愈厚。而薄片的顏色，乃是由氧化鐵的厚薄加以決定的。顏色跟溫度的連帶關係，你現在可以知道了。

生 這是夠清楚的了。可是鋼在同一溫度下所經過的時間愈長，牠表面上的那層氧化鐵就應當愈厚，是不是這樣呢？

師 當然是這樣的；可是鋼卻會同時變得格外軟些，所以結果仍舊是一樣的。

生 這正是我想提出的主要問題：加熱時鋼為什麼會變軟呢？

師 這當中的道理和我在討論鑄鐵時對你說過的道理是完全一樣的。在高溫度時，鐵跟碳可以化合為很硬的碳化鐵。我們如果使牠很快冷卻的話，那末，碳化鐵仍舊是碳化鐵，而鋼就變硬了。反之，我們如果使牠慢慢冷卻的話，那末，碳化鐵就會分解為鐵跟石墨了。而這兩種東西卻都是軟的。現在，我們如果再小心地把硬鋼來加熱的話，那末，碳化鐵就開始變成功碳和鐵了，並且溫度愈高，這種變化進行得也就愈快。我們如果在適當的時候停止加熱的話，那末，在冷卻以後，這種狀態是能繼續保持下去的。我們能用這個方法把鐵跟碳的比率任意加以改變，而同時在兩種極端的情形中間達到各種的硬度呢。

生 我還不十分明白呢，你先說碳化鐵是在高溫時構成功的，後來又說牠會因加熱而分解。這不是互相矛盾的嗎！

師 只不過是表面上是互相矛盾的罷了，因為第二次熱到的溫度比較第一次要低得多了。在第二次鍛鍊時，大部分的碳化鐵事實上確是會分解的；不過是漸漸分解，而不是立刻就分解的罷了。

生 現在，我相信我是明白了。但是鋼為什麼要比其他各種的鐵貴上這許多呢？

師 因為我們只能用很純粹的鐵來鍊鋼，而純粹的鐵自然要比不純粹的鐵貴得多，所以鋼纔會比鐵貴的。不純粹的鐵裏普通還含有矽跟少許的硫黃；這兩種質素是能使鋼的性質變的很脆的；但牠們對於鑄鐵卻是沒有多大害處的。我關於鐵本身告訴你的東西已經夠多了；等我們認識了牠的化合物之後，我還要把我們從鐵的化合物中鍊鐵的情形，跟用銑鐵製成其他各種鐵的情形通通說給你聽呢。我們先把鑄鐵跟鹽酸構成功的鐵溶液來觀察一下看。牠是什麼顏色的？牠裏面含的是什麼東西？

生 牠是淡綠色的；裏面含的大概是鐵的一種氯化物吧。

師 一點兒也不錯，裏面含的是一種由二價鐵根構成功的鹽。

根據鐵的拉丁名字 ferrum, 我們稱之爲 Ferroion (二價鐵根)。你把化學方程式寫出來看。

生 $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$ 。對嗎？

師 對的。二價鐵根是淡綠色的，牠的味道就跟墨水似的，這就是說：你最初是從墨水上認識了牠的味道的。

生 牠是有毒的嗎？

師 不，牠是沒有毒的。一切生物照例都是含有鐵質的。植物是把牠含在綠葉裏而動物是把牠含在血液裏的。我把少許氫氧化鉀加在鐵溶液裏，立刻就有一種淡綠色的氫氧化亞鐵沈澱出來了；這種沈澱的顏色在我們用力搖牠的時候很快就變深了。我們如果把牠放在空氣裏若干時的話，牠就變成褐色了。

生 這是什麼原因呢？

師 氫氧化亞鐵能從空氣裏吸收氧氣；於是牠就變成功另一種顏色的化合物了。我們如果用硫酸代替鹽酸來溶鐵的話，那末，我們就可以得到那所有的亞鐵鹽中最著名的硫酸亞鐵或綠礬了。牠是一種綠色的鹽，並且是含有七個結晶水的，其化學式如下： $\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ 。

生 礬 (Vitriol) 這個名詞是什麼解說呀？

師 表示是一種重金屬的硫酸鹽。人們還沒有詳細知道這些鹽類的化學組成以前，就已經本着牠們有類似之處的這一點把牠們歸併在一起，並且稱之爲礬類了。後來這個名稱不但沿用下去，並且也應用到其他的硫酸鹽上去了。

生 我似乎記得硫酸在德文裏也是叫做 Vitriol 的吧？

師 從前有人叫牠做 Vitriolöl，因爲硫酸過去是從 Eisen-vitriol (綠礬)裏製造出來的。綠礬在高溫度時會放出三氧化硫，而使氧化鐵賸了下來。在人們還不知道把硫黃燒成二氧化硫，然後再使二氧化硫經過氧化作用而變成硫酸之前，這是製造硫酸的唯一方法。這種方法尤其盛行於德國哈爾慈諾爾豪曾這個地方，所以從前的人就稱之爲諾爾豪曾硫酸；又因牠是從綠礬裏製造出來的，並且質地是像油的，所以又叫牠做 Vitriolöl。因爲這種用途，人們從前曾把自然界中出產得很多的硫化鐵礦放在空氣裏聽牠氧化，而這樣大規模的來製造綠礬的呢。硫化鐵礦吸收了氧氣之後就變成功硫酸亞鐵了： $\text{FeS} + 2\text{O}_2 = \text{Fe}_2\text{SO}_4$ 。硫酸亞鐵的用途很廣，例如染色跟製造墨水都是要用牠的。

生 所以墨水纔帶亞鐵根的味道的呵。

師 對啦！墨水是用鐵鹽跟五倍子的浸液混合起來製造的。這

種浸液裏含有一種叫做單寧酸的有機酸，牠跟鐵鹽是會構成功一種黑色化合物的。櫟樹皮跟木材裏也含有單寧酸；所以鐵釘打進櫟木的場合，在潮濕時總是現出紫黑色的。

生 但是墨水寫出來的字往往先是淡色而到後來纔會變爲黑色呢。

師 這是由於墨水裏的亞鐵鹽吸收了空氣裏的氧氣而因此氧化了的原故。這種較高級的化合物的顏色比較是深些的。關於其他的亞鐵鹽我只想把碳酸亞鐵告訴你，牠在自然界中出產得很多，我們稱之爲菱鐵鑛。其晶狀跟方解石相似；不過顏色是灰綠色或深色的罷了。鐵就是從牠裏面提鍊出來的。今天就此結束了。

第五十八章 鐵(二)

生 你說起過還有較高級的氧化物。我在溫習新近學會的東西時，老是要想到這上頭去的。關於這一點我還不能有一種正確的想像呢。

師 關於這一類的情形，你已經認識過好幾種了。例如硫黃可以構成功二氧化硫跟三氧化硫，或構成功亞硫酸跟硫酸，你不是知道的嗎。你把化學式寫出來看。

生 SO_2 跟 SO_3 ； H_2SO_3 跟 H_2SO_4 。不錯，這兒的第二種化合物總比第一種多含一個氧原子呢。

師 並且第一種化合物在適當的情形之下，也會因為空氣裏的氧氣的影響而變成功第二種化合物呢。鐵的情形也完全是這樣的。二價鐵根可以構成功氫氧化亞鐵，我已經使你見識過了。氫氧化亞鐵去水之後就是氧化亞鐵，情形是完全跟石灰一樣的(第五十三章)。氧化亞鐵是不大容易製造的；牠是一種黑粉，放在空氣裏是很快的就會和更多的氧氣化合的。這種較高級的氧化物的化學式是 Fe_2O_3 ，

我們稱之爲氧化鐵。我們看了氧化鐵的化學式，就又想起氧化鋁(第五十六章)來了；牠們事實上的確是有很多相似之處的，正因爲牠們有這種類似之處，所以我們在確定鋁的化合量時，纔使氧化鋁的化學式可以寫成 Al_2O_3 的。這兒是一塊天然出產的氧化鐵或鏡鐵鏞的標本。

生 這是些很美麗的光輝燦爛的晶體，看上去就像金屬呢。

師 這種晶體的構造跟晶狀的剛玉(第五十六章)是相似的。我們如果把牠磨成細粉的話，那末，牠就會失去青黑色的光澤，而變成功深紅色了。人工製造出來的氧化鐵也是這種顏色的。但牠的顏色可以隨着製造的方法由很鮮明的紅色變成功黑的深紅色呢。

生 這跟什麼有連帶關係呢。

師 主要是跟溫度有連帶關係的。氧化鐵的溫度燒得愈高，牠的顆粒也就愈大，顏色也就愈跟晶狀菱鐵鏞的顏色相接近。我們用牠做染料。在德文裏，顏色淺的一種叫做 Eng-lischrot(英國紅)，顏色深的一種叫做：Caput mortuum(髑髏)。

生 後一種怪名稱是怎樣得來的呀？

師 從前人們怎樣用綠礬來製造硫酸，我已經告訴過你了。在

這個方法裏，硫酸蒸餾出來之後，氧化鐵就賸在滓渣裏了。

人們曾把這種過程比作動物的死亡：硫酸好比是綠鬃所喪失的靈魂，而氧化鐵則好比是死屍上唯一賸下的髑髏。

生 人們怎會發生這種滑稽的觀念的呢？

師 在人們沒有詳細了解一種現象的時候，總是想把牠比東比西的弄清楚的。並且對於一件事物的認識愈少，那末，他們所做的譬喻（因為是隨手拈來的原故）也就愈加愚笨。在上述二種名稱成立跟被應用的中古時代，人們相信人類是世界的中心，不僅整個世界是爲了人類而創造的，並且還是照着人的模樣而創造的呢。因此，他們纔在自然界中到處尋找人類的性質跟關係，而稱人爲小宇宙或小世界的。

生 但這完全是無意識的呀！

師 你以後總記住這一點好了。像這一類中古世紀的觀念的殘渣，就是在現在，還不僅是存於我們的文字之中，並且還存於我們的思想之中呢。——除了菱鐵鏽之外，氧化鐵也跟氧化亞鐵構成功磁鐵（ $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 = \text{Fe}_3\text{O}_4$ ）出現於自然界中呢；磁鐵乃是一種很重要的很有價值的鐵鏽。

生 牠爲什麼叫作磁鐵呢？

師 因為牠常常含有磁性，所以纔叫做磁鐵的。我們最初所發現的磁體，就是由這種氧化物構成功的『自然』產物。不僅是鐵本身可以有磁性，就是鐵的化合物也是可以有磁性的；不過後者的磁性較弱而已。磁鐵的磁性比較是最大。

生 磁性究竟是一種什麼性質呀？

師 磁能有如電能。其表現方式如何，你是知道的呀。

生 是的，磁體能把鐵吸住呢。

師 磁能可以和鐵化合起來，而如同其他一切能似的做工作呢。電動發電機裏是要用這種工作的，因為電能，磁能跟機械能三者是很容易互相轉變的。

生 我曾經親自試驗過，我們可以用一塊磁鐵使許多塊的鋼變成有磁性的呢。我曾經使我小匣子裏的所有鋼筆尖都變成功有磁性的。如此看來，我們不是能無限制的憑空創造磁性的嗎？

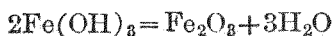
師 磁性是不能憑空創造的，因為你把有了磁性的鋼筆尖從磁鐵上取去時是非做工作不可的。這種工作，到後來可由有了磁性的鋼筆尖再來抵償的。

生 可是我也可以用有了磁性的鋼筆再使其他許許多多的鋼筆尖也變成功有磁性的呢。

師 這當然是可以的；但你是非做新的工作不可的。換句話說，這就是等於你消耗別的工作來增加磁能罷了。這一切原理是很艱深的，你還是等到在物理學上再詳詳細細的去學牠吧。我們要回到氧化鐵上去了。牠是去水的氫氧化鐵，後者也出產在自然界中，牠的礦物名詞叫作褐鐵岩，因為牠磨成細粉之後可以取得由黃色一直到褐色中間的各種顏色呢(氧化鐵是紅的)；就是其他質素跟牠混在一起也是會變成黃色的。有一種黃色的含有黏土的氫氧化鐵名字叫做赭土，可以被我們當作顏料用呢。

生 我的顏料盒子裏有黃的赭土跟燒過的赭土；可是後者的顏色卻是紅的。

師 燒過的赭土是加過熱的赭土石；在加熱的時候，氫氧化鐵會失掉水分而變成功氧化鐵，所以牠的顏色也由黃色一變而為紅色了。許多的陶器、磚瓦、以及相類似的東西，在未燒過以前也是黃色的，等燒過以後就變成紅色了，理由也是如剛纔所說的一樣。其反應方程式是：



生 我有一次看見青灰色的黏土在燒過以後也會變成紅色呢。

師 那牠裏面一定也是含有鐵的；牠也許是因為黏土裏含有別種有機物，所以纔沒有完全氧化的。但後來當黏土被燒時，牠就完全氧化了。那些介於氧化亞鐵跟氧化鐵二者之間的化合物都是深顏色的。當鐵放在空氣中燃燒時是會構成功這種化合物的。

生 那末，含在這種黏土裏的東西也許就是我們從前把鐵粉放在天平上燃燒時構成功的黑色產物(第十章)吧？

師 一點兒也不錯；牠是一種氧化物，其化學組成跟磁鐵是相差不遠的。鐵在鍛冶時，也會因為氧化作用構成功這種氧化物呢。這種東西的質地是脆的，所以在鎚鐵時會掉下來。德國人稱之為 Hammerschlag (鎚鱗)，也就是因為這個原因。你以後可以到鐵工廠裏去見識一次。

生 你不是說過鏽也是鐵的一種氧化物的嗎？

師 鏽是鐵在空氣跟水同時對牠發生影響時所構成功的氣氧化鐵。可惜牠不但不能像剛玉一樣的保護鐵不繼續氧化，並且還能反而促進牠的氧化作用呢。這種情形可由下面的事實上看出來：即鐵鏽一旦構成功之後，牠是會蔓延開來的；但牠是不會均勻地把鐵的表面整個兒蓋住的。因此，生了鏽的鐵塊在若干場合變得很弱或簡直穿成洞呢。

這種情形對於鍋爐、鐵橋等等是非常危險的。

生 那末，怎樣纔可以防止鐵生鏽呢？

師 只要塗一層可以使空氣跟水透不過去的東西在鐵的表面上，就可以防止鐵生鏽了。防鏽的方法很多，例如塗上一層油漆，或用其他的金屬（錫或鋅，鎳或鉛也行）在鐵的外面，或者是使鐵的表面上構成一層黏附得很牢的銹鱗，都是有效的。但如有一處被刮破了的話，那末，這個場合照例是會生鏽的。鐵在乾燥的空氣裏是不會生鏽的；但跟海水接觸時是很容易生鏽的。

生 那也許是因為海水裏含有食鹽的原故吧？

師 可不是嗎；這當中的化學反應是很複雜的，說下去話就太長了。我現在如果把少許鹽酸倒在那黃色的氫氧化鐵裏而把牠來加熱的話，那末，氫氧化鐵就以深黃色溶解在鹽酸裏而變成功一種鹽類化合物（氯化鐵）了。你把方程式寫出來看。

生 $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} = \text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

師 對啦！你瞧，我們得到另一種鐵根的鹽了，這種鐵根不是二價而是三價的。我們稱之為三價鐵根（ Fe^{+++} ）；牠和二價鐵根（ Fe^{++} ）是有區別的。

生 但牠們都是鐵元素呀；怎會有分別的呢？

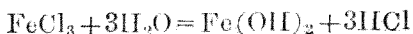
師 牠們的分別就跟石墨和金剛鑽，或黃磷和紅磷是一樣的。我們可以把牠們當作是同素異形的鐵根看待，因為牠們含有的能是多寡不相等的。但牠們的主要區別還是在於牠們的原子價的不同；因此牠們的化學性質也是很不相同的，例如二價鐵的鹽類乃是跟錳的鹽類相似的，而三價鐵的鹽類乃是跟鋁的鹽類相似的，這你不久就會一一的看到了。

生 你已經說過氧化鐵跟氧化鋁是有相同的晶狀的。

師 這種一致的情形在其他許多鐵化合物跟鋁化合物中也能見到呢。我現在把固態的氯化鐵拿給你看；牠那種綠色的金屬光澤很有點像許多甲蟲呢。牠是當鐵放在氯氣裏加熱時構成功的。

生 不可以直接了當的把氫氧化鐵溶解在鹽酸裏而把溶液蒸發乾嗎？這種溶液裏是含有氯化鐵的呀。

師 這是不大行的。用你所說的方法得到的乃是這種黃褐色鹽，其中還含有六個結晶水呢。我們如果能把結晶水也來蒸發掉的話，那末，水不逃走，倒是氯化氫逃走了，於是賸下來的就只有氫氧化鐵了：



這個反應正和溶解時是相反的。

生 這是什麼原故呢？

師 氫氧化鐵是一種比氫氧化鋁更弱的鹽基，所以牠在水溶液裏一部分就分解為自由酸跟鹽基了。加熱時，前者會跑掉，跑掉之後又會重新生成功；這個作用要一直繼續到氯化鐵全部分解之後纔會停止呢。這情形跟氯化鋁是很相似的。這種分解作用在加熱時特別明顯。你朝我這兒看呀，我把氯化鐵的溶液沖淡到顏色將近看不出了為止，然後把牠分裝在兩只同樣的試管裏，而將其中的一個燒到靠近沸點為止。

生 溶液完全變成紅褐色了。

師 這是因為有氫氧化鐵從氯化鐵裏分解出來了。但牠並不沈澱出來，而只會跟矽酸似的變成膠體質素（第四十九章）存於溶液中罷了。現在我如果把試管放在水裏，使牠重新冷下來的話，那末，牠的紅褐色是不會退掉的，因為膠體氫氧化鐵跟鹽酸化合起來是非常慢的。你把兩個試管保存起來；過了些日子，你會看出加過熱的溶液的顏色會漸漸淡下去，一直淡到跟另外那個試管裏的顏色完全

一樣了呢。

生 那我一定是要留神觀察的！

師 我如果把氫氧化鉀很小心地一滴一滴的加到少許氫氧化鐵的濃溶液裏去而每次好好的攪牠的話，那末，構成功的氫氧化鐵會變爲懸膠溶解在沒有分解的氯化鐵裏，而使我同樣的得到一種深紅褐色液體呢。我們能用適當的方法使一種溶液差不離完全是由這種膠體氫氧化鐵構成功的呢；這種溶液的顏色是深紅褐色的，藥房裏拿牠當作藥劑（藥名爲 Ferrum oxydatum dialysatum）出賣呢。——這是另一種三價鐵鹽，牠叫作鐵明礬。

生 這是些很美麗的晶體，其外表很有點像明礬晶體；但牠是褐紫色的。

師 牠的化學式是 $\text{FeK}(\text{SO}_4)_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ，跟明礬（第五十六章）的化學方式是完全相似的，只不過由鐵代替了鋁而已。兩者的品狀也是完全一致的。在這一方面，鐵跟鋁的相似之處尤其來得明顯。我把牠溶些在水裏。

生 溶液是淡褐色的，並不像氯化鐵溶液那樣來得黃。三價鐵根到底是什麼顏色呢？我以爲牠是黃的呢。

師 牠是沒有顏色的，也許只帶些很淡的黃色的。這種溶液的

褐色也是從牠裏面構成功的少許膠體氫氧化鐵那兒得來的。我如果加些硝酸進去。把這種膠體氫氧化鐵去掉的話，那末，溶液就變的將近是無色的了。

生 是的，這一切我是看得見的。但氯化鐵溶液的黃顏色是從什麼地方來的呢？

師 沒有分離的氯化鐵是黃色的，——關於三價鐵鹽的情形，你暫時已經學得夠多了。我還要把一些關於二價鐵鹽跟三價鐵鹽二者之間的轉變情形告訴給你聽呢。你把氯化亞鐵跟氯化鐵的化學式平排寫出來，並且告訴我你怎樣纔能使牠們互相轉變。

生 FeCl_2 和 FeCl_3 。要使第一種變成功第二種，必須加氯進去纔行。

師 對啦！我加些氯水在先前的氯化亞鐵溶液裏，牠立刻就變成黃色了。我們當然也可以用鹽酸跟任何一種能使氯從鹽酸中分離出來的氧化劑來代替氯的。你停會兒用氯酸鉀跟漂白粉去試一試看。還有硝酸也是有同樣作用的。——從這些普通的現象上，你可以推想到二價鐵鹽因了氧化劑的功效是能變成功三價鐵鹽的。反之，我們也能用還元劑使三價鐵鹽轉變為二價鐵鹽呢。你能用什麼方法

把氯從氯化鐵裏取出來呢？

生 用一種可以跟氯化合的東西。也許可以用另一種金屬吧？

師 一點兒也不錯。我用少許鎂跟黃色的氯化鐵溶液放在一起搖牠幾下，然後把牠來過濾。

生 溶液立刻變成沒有顏色的了。

師 鋅也有這種作用，不過速度較慢而已。你把方程式寫給我看；但你須想一想鎂可以跟若干氯化合呀。

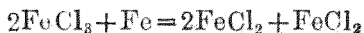
生 鎂可以跟兩個氯化合，而氯化鐵卻只能放走一個氯，所以方程式應當是：



這個方程式是對的嗎？

師 對的。你再用鐵代替鎂寫出來看。

生 唔，這會構成功什麼東西呢？



師 你不能把這個方程式寫得簡單些嗎？

生 我可以把氯化亞鐵加在一起嗎？如果可以的話，我們就應當得到下列方程式了： $2\text{FeCl}_3 + \text{Fe} = 3\text{FeCl}_2$ 。構成功的儘是些氯化亞鐵！

師 對啦！你瞧，我們可以用這個方法，使二價鐵鹽變為三價

鐵鹽，而並無需乎把別種質素加在裏面呢。——現在，我們要來認識鐵的硫化物了。我們從前講硫化氫的時候，你已經認識了一種了。

生 講硫化氫的時候？不錯，我想起來了。我們製造硫化氫時是用到過牠的。那是一種黑顏色的東西，牠的方程式是 FeS 。

師 你瞧，牠是二價鐵的硫化物；所以牠跟鹽酸化合之後纔會構成功氯化亞鐵跟硫化氫的。一種跟牠相應的硫化鐵是我們所不知道的；但是在自然界中卻能找到巨量的 FeS_2 ，這種礦物叫作黃鐵礦。這是一種值得注意的現象，因為重金屬的硫化物的組成普通都是完全跟牠們的氧化物相似的，這你以後還會看到呢。這是幾塊黃鐵礦；你把牠描寫給我聽聽看。

生 牠能發出金屬的光輝；外表將近是跟黃銅一個樣兒的，也許要比黃銅稍許綠些呢。盡是些晶體，大都是立方形的。

師 一點兒也不錯。我把牠放些在一隻狹試管裏而把牠強烈的加熱，你看見什麼嗎？

生 有一種東西在試驗管的上半部沈澱下來了，我猜是硫黃呢。要我嗅一嗅試管嗎？這的確是二氧化硫的氣味。

師 是的，黃鐵礦在加熱時會失去了一半的硫黃而變成功硫化亞鐵呢。在空氣裏，全部的硫黃都會燒掉而使鐵變成功氧化鐵。我們利用這個反應來製造硫酸廠裏用的二氧化硫呢（第四十二章）。硫化亞鐵在空氣裏可以因水的作用再構成功綠礬（第五十七章）。鐵跟硫很容易化合。你把鐵屑跟硫黃粉依照化合量的比率 32:56 混在一起。而放在一只乾試管裏燒牠一燒看。

生 哦，全部都燒紅了。

師 並且構成功硫化亞鐵了，你把另一部分用水浸濕了放在一個小罐子裏；明天我們再來看牠變成功什麼東西了。——此外，我先加些硫化氫在二價鐵鹽的溶液裏，牠不會構成功沈澱，你是早知道的（第四十三章）。現在，我再加些氫氧化鉀進去。沈澱出來的黑綠色的硫化亞鐵，你也見到過了。

第五十九章 鐵(三)

生 我已經把混合物變成功的東西檢閱過了，牠是一種全黑的物體。牠也是硫化亞鐵嗎？

師 那你自己是容易把牠加以證明的；關於硫化亞鐵你知道些什麼呢？

生 我知道牠跟鹽酸放在一起會放出硫化氫來。允許我做這試驗嗎？這可不完全是硫化氫的好氣味嗎！

師 你瞧，這兩種元素就是在普通溫度之下也是能化合的。雖然化合的速度很慢；但其結果如何，已經能使我們看出來了。我因為要你認識一種緩慢的反應，所以纔叫你做這個試驗的。

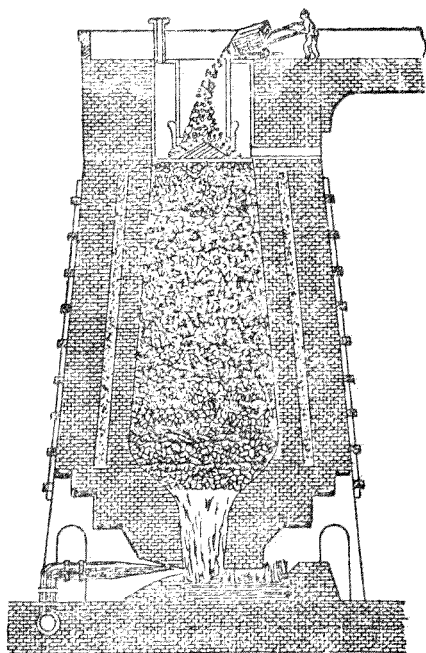
生 我把試管裏的混合物加熱時，曾經有熱放出來的；在這個試驗裏，熱到什麼地方去了呢？我從前如果是聽懂你的話的（第四十七章），那末，不論化合物成功得快或成功得慢，放出來的熱量應當是相等的呀。

師 這話說得又好又對。事實上確是有相等的熱量放出來的，

不過牠有充分的時間因傳導而發散了罷了。我們如果多製造一點這種混合物而把牠包紮得不至於使熱發散出去的話，那末，混合物是容易熱到發灼的程度的，這當然須經過相當長的時期，纔會有這麼多的熱聚攏起來呢。

生 哦。那我倒想試驗一下呢！

師 我們如果把幾磅這種混合物放在罐子裏弄濕之後埋在離地面不遠的場合的話，那末，我們就可以見識一次很好看的如同火山噴火似的現象呢；但這個試驗只有在不致傷害人命或不致引起火災的地方纔能做呢。



第七十二圖

——現在，我要把從鐵礦中鍊鐵的情形告訴給你聽了這。

不是一件容易的事情，因為鐵的融點是很高的。因此，人類在他們的歷史過程中，知道金、銀、銅、這三種金屬比較知道鐵早得多了。我們鍊鐵的原料都是鐵的氧化物。

生 你不是告訴過我黃鐵礦的產量也是很豐富的嗎？

師 這話是不錯的；但硫黃對於鐵的性質是很有害的，所以我們纔不用含有硫黃的鐵礦來鍊鐵的。鍊鐵時，我們把鐵礦，炭以及融劑（這些融劑可以跟礦裏的雜質構成功易於融解的礦滓）順着次序一層一層的加在鼓風爐裏，然後從爐子下面把熱空氣打進去。這兒是一張鼓風爐的圖（第七十二圖）；空氣從最下面的狹道中吹進去，而聚集在爐底上的液態鐵跟液態礦滓是可以從頂下面的一個洞裏時時放出來的。

生 鐵是怎樣構成功的呢？

師 這是一個比較很複雜的反應。爐中最下一層的炭燃燒之後會構成一氧化碳，一氧化碳被吹向上方時，就使一路遇到的鐵礦裏的氧化鐵依照下列方程式還原為鐵了；



這種作用已能發生在爐子裏比較靠高頭的一部分了，因為牠需要的熱量是不多的。

生 那末，工作不已經完成了嗎！

師 還早得很呢。在這樣低的溫度之下，鐵是不會凝結在一起的，我們得到的不過是一種海綿狀的鐵罷了。當這種鐵跟炭的混物流到下面比較熱些的那一部分裏之後，牠們就化合爲碳化鐵了，而後者是可以跟過剩的鐵構成一種比較易於融化的混合物的。這種混合物在頂下面最熱的那一部分融化之後就聚集在那兒了。關於最後的這一點，我先前已經向你說過了。

生 那末，是不是就可以得到鑄鐵了呢？

師 是的，得到的是鑄鐵或銑鐵。我們要從鑄鐵裏鍊出鍛鐵或鋼，應該做那種工作呢？

生 鍛鐵或鋼含有較少的碳，所以應當把碳從鑄鐵或銑鐵裏取出來呢。

師 這是可以利用燃燒的方法來達到目的的。我們把銑鐵來加熱，並且把牠跟空氣中的氧氣混在一起時，須使牠全部都能受到氧氣的影響纔行。於是炭就燒在鐵前頭，而使含碳較少的鐵賸下來了。鋼跟鍛鐵都是能用這個方法來冶鍊的。

生 並且是先得到鋼，然後纔得到鍛鐵呢。

師 是的，但必須用很純粹的銑鐵，纔能鍊成質地夠好的鋼呢。我們往往是先揀成鍛鐵（此時雜質即可去掉），然後再從鍛鐵裏去鍊鋼的。

生 那末，我們又須把碳加進去了。大概是把牠們放在一起熔化的吧？

師 那是用不着的。我們如果把鍛鐵放在炭的粉末裏強烈的加熱的話，那末，經過相當時間之後，碳就跑到鐵裏面去了，並且是時間愈長，跑進去的碳也就愈多。所以我們只要等到跑進的碳恰好可以鍊出鋼來，就可以停止加熱了。但用這個方法，碳主要的是吃在表面上的。我們如果要得到均勻的鋼的話，那末，還得把牠再來熔化或鍛鍊一次呢。這個方法我們稱之爲鋼化，這樣得到鋼，我們稱之爲碳浸鋼。最後，我們也能把鍛鐵跟適當分量的鑄鐵一同熔化而鍊出鋼來；但這也要用純粹的鑄鐵纔行呢。——現在，關於鍊鐵時所發生的化學反應，你已經學得足夠了；我還想把鐵的幾種較爲複雜的化學性質告訴你呢。你還記得氫根和氫氰酸這兩種東西嗎？

生 你是不是指那並非是青色的東西呀？那我是記得的。

師 一點兒也不錯。你現在可以聽到氫氰酸這個名稱的歷史

了。我把氰化鉀加到一種二價鐵鹽的溶液裏去；起初會構成功一種沈澱；但我如果再多加些氰化鉀進去的話，那末，這種沈澱就重新溶解了，而我卻得到一種不再表示鐵根反應的淡黃色的溶液了。現在，我就是再多加些氫氧化鉀進去，也不會有氫氧化亞鐵沈澱出來的。我可以再把硫化氫通到這種鹽基性的溶液裏去，而溶液裏依然是不會有硫化亞鐵沈澱出來的（第五十八章）。

生 那末，鐵是到那兒去了呢？

師 鐵還在溶液裏；不過二價鐵根是不再存在了，因為牠跟氰根構成功一種很堅固的化合物了。我把反應用方程式寫給你看：



我如果只顧到那必要的游子的話，那末，我也可以這樣寫出來：



你瞧，二價鐵根和六個氰根化合為一個四價的陽向游子了，而後者卻變為鉀鹽留在溶液裏了。這種鉀鹽有一個舊名詞叫做黃血鹽。

生 這個名詞又是怪希奇的。

師 黃血鹽最初是用乾血加熱，然後再用水從渣滓裏浸出來的，所以纔有這個名稱的。乾血加熱時，有機化合物裏所含的碳氮二元素以及血球中的鉀鐵二元素就共同發生作用而構成功黃血鹽了。但這個反應極為複雜，我們是不能把牠用一個簡單的方程式述明的。你把牠的化學式仔細看一看，其中有那幾種游子呢？

生 四個鉀是陰向游子； $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ 是陽向游子。牠的名詞叫做什麼呀？

師 牠叫做亞鐵氰根，而這種鹽則叫做亞鐵氰化鉀。在亞鐵氰根裏鐵和氰根的性質都變得很厲害，所以亞鐵氰根是既無亞鐵根反應，又無氰根反應的。牠尤其不像氰根是有毒的。我們稱這一類由其他簡根構成之根為複根。我們如果發現了某種簡根喪失了牠應有的反應的話，那末，我們就有充分的理由，說牠是構成功複根了。複根是有牠本身的反應的。我把少許氯化鐵沖淡，然後再加些黃血鹽進去——

生 那是多麼美麗的藍顏色呀。

師 這個反應是在十八世紀時柏林的一位叫做提培兒的化學家首先發現的，所以這種藍色質素就叫做柏林藍或普魯

士藍。後來也有人叫牠爲巴黎藍；但這個名詞是多餘的，所以是應當取銷的。這個反應當中構成功一種鹽了；你仔細想一想看，牠是怎樣構成功的呢？

生 那一定是三價鐵根和亞鐵氰根化合了。前者是三價的，後者是四價的，所以我應該使四個鐵和三個亞鐵氰根互相化合呢，對嗎？如果是對的話，那末，化學式應當是 $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ ；這可有點複雜了！

師 我把氫氧化鉀加在藍色的液體裏；你瞧，牠的顏色褪了，而溶液裏卻有少許褐色的氫氧化鐵沈澱出來了。這是因爲三價鐵鹽被氫氧化鉀分解之後，又重新構成功亞鐵氰化鉀了。你把方程式寫出來。

生 我應該用若干氫氧化鉀呢？四個三價的鐵是等於十二；所以方程式應當是：

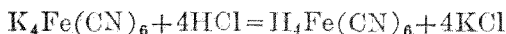


師 對啦。你已經把這種計算法弄得很熟了。

生 我得老實說，我每逢計算的時候，總感覺到有點在冒險似的；但是我相信我計算時只要遵守定則，那末，結果一定是不會錯的。

師 每次算出來的結果，至少有一種反應是可能的；但這種反

應是否的確能在那種情形之下發生，那就要等實驗來加以決定了。你剛纔已經看出來了，亞鐵氰根乃是一種複根，其情形很有點兒像硫酸或磷酸，其不同處只在前者還含有一個金屬而是四價的罷了。不消說，牠當然也是可以構成功酸的，我們只要把濃鹽酸加在亞鐵氰化鉀的濃溶液裏，就可以得到這種酸了。其反應有如下列方程式：



這種酸可以變成功一種晶狀的淡藍白色的沈澱析出；但牠是很不穩定的，所以我寧可再告訴你幾種亞鐵氰化鉀的反應，卻不想把這種酸繼續討論下去了。我如果用一種二價鐵鹽（例如綠礬）來代替三價鐵鹽的話，那末，我也照樣的可以得到一種沈澱呢——

生 那種沈澱乃是淡藍色的。

師 牠如果是很純粹的話，那牠就是白色的；但極少量的氧氣已經能使牠變為藍色了。你可以看出牠表面上跟空氣接觸的場合，顏色在漸漸變深呢。這是亞鐵氰根的亞鐵鹽；牠的化學組成是怎樣的呢？

生 亞鐵氰根是四價的，二價鐵根是二價的，所以我只要用二個二價鐵根就行了： $\text{Fe}_2\text{Fe}(\text{CN})_6$

師 答得好。如此說來，黃血鹽既可以證明二價鐵鹽，也可以證明三價鐵鹽呢。第一種鹽構成功的是一種白色的或淡藍色的沈澱；第二種鹽構成功的是一種深藍色的沈澱。

生 如果兩種鹽一同在裏面呢？

師 那末，我們就只能認出三價鐵鹽了，因為微量的三價鐵鹽已經可以使沈澱變為深藍色了。——現在，我把氯水加在亞鐵氰化鉀的溶液裏。

生 牠顏色變得格外黃了。

師 構成功另一種化合物了；方程式是：



我們如果只把那必需的游子寫出來的話，那末，方程式就是：



原來的四價亞鐵氰根現在變成三價的了，因為牠把一個原子價給了氯，而使牠因此變成功氯化物了。 $Fe(CN)_6^{3-}$ 叫作鐵氰根，牠的鉀鹽叫作鐵氰化鉀，你瞧，這就是鐵氰化鉀，牠是深紅褐色的，跟花崗石是十分相似的。我們也稱牠做紅血鹽。牠溶解在水裏之後，顏色是很黃的。

生 新構成功的游子的組成跟亞鐵氰根是完全一樣的。

師 當然是一樣的。這情形跟二價鐵根和三價鐵根的情形是相同的；所不同者，不過一是複根，一是簡根而已。這些名稱跟下面的事實是遙遙相應的，即鐵氰根是由亞鐵氰根因氧化作用而構成的，而三價鐵根則是由二價鐵根因氧化作用而構成的。我們也可以用還元劑使鐵氰根變為亞鐵氰根呢，

生 為什麼鐵的原子價會隨着氧化作用而增加，而亞鐵氰根的原子價會隨着氧化作用而減少呢？

師 這是因為前者是陰向游子，而後者是陽向游子的原故。原子價是跟構成功游子時的電量相適應的：氧化的意思，就是等於使游子的正電增加，所以原來含有四個陰電荷的亞鐵氰根經過氧化作用而獲得一個正電荷之後，就只含有三個負電荷了。

生 這我還沒有聽懂呢。

師 金屬在正電流到電解質裏去的場合，換句話說，就是在陽極上會變為金屬游子(第三十七章)，這你一定還記得的。金屬也同樣能因氧化作用而變為金屬游子。我們例如用氯水或硝酸來處理金屬的話，那牠就會變為這金屬的游子了。如此說來，正電荷跟氧化作用二者之意義是完全相

同的。但是我們如果使一個陽向游子（例如碘根）氧化的話，那末，牠就變成功相應的元素（在我們舉的例子裏是碘）了。如此看來，牠不啻失掉一個負電荷了，因為正和負恰好互相抵消了。

生 那末，我可以直截了當的把游子看作是有電荷的質素了；陰向游子是含有正電的而陽向游子是含有負電的（第三十七章）。

師 一點兒也不錯；並且二價的游子所含的電荷比一價的游子所含的要多兩倍，而三價的以及四價的則多含三倍或四倍的電荷呢。

生 爲什麼含有這種有電荷的游子的鹽類，既不會發生電花，又不顯露電吸力以及其他這一類的徵象呢？我至少是從來沒有看見過這種現象的。

師 那是因爲任何一種溶液裏的正游子跟負游子彼此都是等價的，所以所有的電量的總數總是等於零，而對外纔不會有任何功效的。我們是不能製造一種只含有氯根或只含有鉀根的溶液的；如果能製造出來的話，那末，這一類的溶液的電性一定是非常強烈的。——現在，我還要把幾種鐵氰根的反應試驗給你看呢。我如果把少許鐵氰化鉀的

溶液加在一種二價鐵鹽的溶液裏去的話，那末，我就能得到一種深藍色的沈澱了；這種沈澱跟亞鐵氰鉀和三價鐵鹽構成功的沈澱完全是相似的。

生 牠不是同一種東西嗎？

師 不是的，牠們的組成是彼此不同的。這種沈澱含有二價鐵根和三價的鐵氰根，所以化學式是 $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ 。其中所含的鐵和氰根成五與十二之比；而柏林藍裏所含的鐵和氰根乃是成七與十八之比的。如此三十六份氰根作標準的話，那末，柏林藍裏只含有十四份鐵，而現在構成功的沈澱裏卻含有十五份鐵呢。牠們的區別當然不十分大的，並且牠們的外表以及對於其他質素的反應都完全是一致的。但是我如果把鐵氰化鉀溶液加到一種三價鐵鹽裏去的話，那末，牠們簡直是不會構成功沈澱的，溶液的顏色只不過變得格外深些罷了。

生 這是什麼原因呢？

師 原因是很簡單的，就是鐵氰根的三價鐵鹽乃是可以溶解的。我用這個方法，可以把含在多量的三價鐵鹽中的微量二價鐵鹽發現出來呢，因為只要有極少一點二價鐵鹽就可以構成功藍色沈澱了。先前的情形恰好是相反的，因為先

前能把含在多量的二價鐵鹽中的微量三價鐵鹽發現出來呢。我們要就此結束了；最後我還要引起你注意一件事，即黃血鹽跟紅血鹽，本身雖然是含有鐵的；但我們仍可以用牠作為試藥來證明鐵呢。原因是在於牠們雖然含有鐵，但牠們是不含鐵游子的，而一切元素的試藥實際上乃是牠們游子的試藥呀。

第六十章 錳

生 你曾經對我說過金屬的化學是非常簡單的；可是我覺得我末一課關於鐵所學的東西是夠難的。我以為我已懂得一切了，但我又覺得有些拿不穩似的。

師 跟鐵相似的情形，你以後還會常常遇到呢。這跟鹽酸的情形是一樣的：你從鹽酸上曾經學會了許許多多的東西，而這些東西跟其他一切酸類都是有關係的，所以你後來會常常用到牠們；這樣一來，你就不會沒有把握了。例如我們今天要討論的錳就是跟鐵很相似的。這是金屬的錳；牠有些像鐵；不過牠是有一種鮮明的紅色光澤的罷了。牠在濕空氣中也容易氧化；但錳銹乃是深褐色的。牠溶解在酸裏的速度比鐵要大得多；溶液是淡玫瑰色的。

生 牠的用途也是跟鐵一樣的吗？

師 不，錳本身差不多是沒有用途的；我們多半是使牠跟鐵構成合金之後拿來用的，因為牠對於鋼的性質含有某種好處呢。

生 你說『合金』；這是什麼意思呀？

師 金屬的混合物就叫做合金或齊；牠的樣子大都是跟純粹的金屬相似的；並且在許多場合只是機械式的混合物而已。錳跟酸類可以構成功玫瑰色的溶液，溶液裏所含的乃是二價錳根(Mn^{++})的鹽類。錳根是很像鎂根的。你把硫酸跟錳的反應寫給我看。

生 $Mn + H_2SO_4 = MnSO_4 + H_2$

師 對啦。你瞧，這就是硫酸錳；牠也是淡紅色的。我把氫氧化鉀或氫氧化鈉加到溶液裏去，我就得到氫氧化錳的沈澱了；牠的顏色跟硫酸錳一樣，也是淡紅色的。

生 但溶液的表面上，在四周圍有一種褐色的東西呢。

師 氫氧化錳的性質跟氫氧化亞鐵的性質完全是一樣的；牠在空氣中會經過氧化作用而變成功一種含氧較多的化合物，這種化合物是帶深褐色的。但是這種較高級的羥化物並不是鹽基，因為牠是不能構成功鹽的。我們如果想用另一種方法來製造三價錳的鹽類的話，那末，牠們是會分解為自由酸類跟褐色的氫氧化錳，而使後者沈澱出來的。

生 那末，我就用不到學習三價錳的鹽類了。

師 但其他的錳化合物卻來得更多呢。其中有一種叫做二氧

化錳，你早已知道了。關於這一種化合物，你還記得些什麼呢？

生 我們曾經拿牠來製造氯氣，牠的氧氣可以使氯化氫裏的氫氣氧化呢（第二十八章）。

師 對啦；現在，我們要把這反應再詳細觀察一下了。我這兒有少許人工製造的碾得很細的氧化錳；我把濃鹽酸倒在牠上面。

生 似乎構成功一種深綠褐色溶液了。

師 是的，構成功四氯化錳了： $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} = \text{MnCl}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。
四氯化錳在加熱時就分解為二氯化錳和氯了： $\text{MnCl}_4 = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2$ 。你瞧，這就是二氯化錳的標本；牠和其他二價錳根的鹽類一樣，顏色也是玫瑰色的。我的試管裏的液體在氯氣逃走以後也褪色了。

生 二氧化錳到底是那一類質素呢？牠似乎既不是一種酸，又不是一種鹽基，也不是一種鹽類呀。

師 我們稱這一類的質素為缺乏活動性的質素。一氧化碳也是屬於這一類質素裏的。此外，二氧化錳的性質在許多方面是跟一種很弱的二鹽基性的酸（ H_2MnO_3 ）一樣的；但是可以當作這種酸的鹽類看待的化合物並不是很多而有

規則的。

生 如此說來，我們已經有了三系不同的錳化合物了。

師 另外還有二系呢。我把碳酸鉀跟碳酸鈉的混合物融解在一小塊白金片上；這種混和物比較碳酸鉀或碳酸鈉都要來得容易融解呢。

生 那跟什麼有連帶關係呢？

師 這跟下面的這個事實是有連帶關係的。當一種質素裏加進了另一種能在液態時跟牠互相混和或溶解在牠裏面的質素時，那末，那原有的質素的融點總是下降的。我現在再把微量的任何一種錳鹽跟少許硝酸鉀加了進去，而使融解作用繼續若干時。

生 物體發灼的程度似乎比原來厲害些了。

師 這是因為牠變成不透明了的原故(第五十五章)。我現在讓牠冷下來——

生 牠完全變成深綠色了，幾乎是黑色的呢。

師 是的，構成功一種新的錳化合物了。我這兒有更多的這種東西，牠是當二氧化錳跟碳酸鉀放在一起加熱時構成功的。牠的顏色是極深的深綠色，所以看上去似乎是黑色的呢。可是我如果把牠溶些在水裏的話，那末，構成功的溶

液卻是帶美麗的深綠色的。

生 這是什麼原因呢？

師 這是錳吸收了氧氣之後構成功的一種新游子的鹽。牠的鉀鹽叫做錳酸鉀，化學式是 K_2MnO_4 ，牠的組成跟硫酸鉀 (K_2SO_4) 很相似。這兩種鹽的晶狀也是一樣的，所以是異質同像的。這種情形，你在明礬跟鐵明礬那兒已經遇見過一次了（第五十八章）。這種新游子 MnO_4^{--} 叫做錳酸根。

生 但是你瞧溶液變成什麼了？牠不是綠色而是青色或紫色的了。

師 我如果把牠放得更長久些的活，那末，結果牠會變成功紫紅色的呢。我可以加少許氯水進去，使牠立刻就變成紫紅色呢。

生 這紫紅色是多麼美麗呀！莫非又構成功一種新鹽了嗎？原來的鹽怎樣了呢？

師 這個現象不但是你覺得很希奇，就是從前的化學家也是覺得是很希奇的，所以他們就把這種綠鹽稱為變色龍了，因為牠可以跟變色龍一樣的變色呢。這個化學反應並不是很難瞭解的。綠溶液裏起初含有兩個鉀根和一個

錳酸根。在我把氯水加進去的時候，就有一種反應發生了；這反應跟我把氯水加到黃血鹽溶液裏去的時候所發生的反應是很相似的。錳酸根把一個負電荷給了氯而本身變為一種叫做過錳酸根的一價的新游子了。你把方程式寫出來。

生 $\text{MnO}_4^{--} + \text{Cl} = \text{MnO}_4^- + \text{Cl}^-$ 。對嗎？

師 一點兒也不錯。你瞧，我們又有了兩種游子了，牠們的化學組成雖是相同的，但是牠們的原子價或電荷（第五十九章），以及其他的各種性質，卻都是不相同的。

生 你以前關於這些東西所告訴我的一切，我現在也比較明白些了。但是有一點我還不明白；先前那綠溶液為什麼會自動的變成紅色的呢？牠是不是在空氣中的氧氣裏自動氧化了呢？

師 不是的；這種變化主要的是由空氣中的碳酸引起的。我如果再製造少許新的綠色溶液而把任何一種酸加進去的話。那末，牠立刻就可以變成紅色呢。

生 這我是看得出的；但是顏色似乎是偏於淡褐色一方面的。

師 一點兒也不錯；情形是這樣的：由錳酸根變為過錳酸根是非經過一次氧化作用不可的；我先前是用氯來完成這步

手續的。你在此地又遇到一個例子了，即負電荷的減少跟氧化作用二者的意義原是根本相同的（第五十九章）。我如果只加酸進去的話，那末，一部分的錳酸根就會使另一部分氧化為過錳酸根，而自身同時還元為二氧化錳呢。二氧化錳是不能溶解在酸性的液體裏的，所以就變成功一種很細的褐色東西沈澱出來了，因此全部溶液的顏色也就偏於淡褐色方面了。在我們應用硫酸的時候，反應方程式是這樣的： $3\text{K}_2\text{MnO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{KMnO}_4 + \text{MnO}_2 + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。因為任何一種酸都可以引起這種變化，所以我們還是只把游子寫出來的好： $3\text{MnO}_4^{--} + 4\text{H}^+ = 2\text{MnO}_4^- + \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。你瞧，這個反應是要銷耗氫根的；因此，你也可以瞭解牠為什麼只能發生在酸性溶液裏呢。

生 請您解釋給我聽，游子上的減號跟加號是怎樣計算的呢？

師 每一加號代表一個陰向游子的一個原子價或一個正電荷，而每一減號則代表一個陽向游子的一個負電荷，這你是知道的。你如果把任何一種溶液裏所有的游子都寫出來的話，那末，方程式左右兩邊的加號跟減號的數目一定要相等纔行，因為所有的電荷加在一起是應當等於零的；

否則，溶液就要變成功一種帶有強烈電性的東西了（第五十九章）。但我們如果把不起變化的游子都省略掉而把方程式縮短了寫出來的話，那末，我們只要使方程式兩邊餘剩的加號或減號的數目彼此恰好是相等的就就行了。在最後的那個方程式裏，左邊一共有 $3 \times 2 = 6$ 個減號跟四個加號，所以差額是等於二個減號；在右邊也只有二個減號卻沒有加號；你瞧，方程式是不錯的。

生 謝謝您；我相信我已經把這一點完全弄懂了。

師 那末，我們可以回到過錳酸根上去了。牠可以跟鉀構成功一種在所有一切過錳酸鹽之中最有名的鹽呢；這就是這種鹽的標本，

生 牠的光澤完全是像金屬的。

師 這跟牠的極強的顏色是有連帶關係的。我如果只把少許粉末撒在一大杯水的表面上的話，那末，你可以看見水裏構成功深紅色的線條呢；我現在如果把水來攪一攪的話。那末，全部的水就變成紅色了。過錳酸鉀是一種很強的氧化劑；我如果加少許亞硫酸進去的話，那末，液體立刻就褪的沒有顏色了，因為過錳酸根變成功幾乎沒有顏色的二價錳根了。少許過錳酸鹽的濃溶液可以把皮膚跟其他

許多有機質素染成褐色；此時牠可以使這些東西氧化而自身還元為二氧化錳，於是後者就變為不溶解的沈澱黏附在那些質素上了。因此，我們也可以拿過錳酸鉀來消毒跟漂白呢。而沈澱出來的褐色二氧化錳是可以用二氧化硫來除去的；你把方程式寫出來看。

生 怎樣寫法，我不十分清楚；那只有碰碰運氣了。 $\text{MnO}_2 + \text{SO}_2 = \text{MnSO}_4$ ，直接構成功硫酸錳了。對嗎？

師 至少在大體上是沒錯的。這張紙是我先用過錳酸鉀把牠浸濕，然後再用水把牠洗清而使牠變成功褐色的；我如果用亞硫酸溶液劃在牠上面的話，那末，紙上就立刻現出白色的線紋了。在實驗室裏，我們利用過錳酸鉀的氧化作用來做二價鐵根的定量分析呢。方程式是： $10\text{FeSO}_4 + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$ 。你把游子方程式代替這個普通的方程式寫出來看。

生 應該怎樣寫，我不十分清楚。

師 你只要先看一看方程式裏有那幾種游子，然後再把方程式兩邊都有的那些游子，換句話說，就是把那些不會起變化的游子從方程式裏劃了去就行了。你先把所有的鹽跟酸都拆成牠們的游子看。

生 $10\text{Fe}^{++} + 10\text{SO}_4^{--} + 2\text{K}^+ + 2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ + 8\text{SO}_4^{--} = 10\text{Fe}^{+++} + 15\text{SO}_4^{--} + 2\text{K}^+ + \text{SO}_4^{--} + 2\text{Mn}^{++} + 2\text{SO}_4^{--} + 8\text{H}_2\text{O}$ 。其中我可以劃掉許多數項呢！結果只剩下： $10\text{Fe}^{++} + 2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ = 10\text{Fe}^{+++} + 2\text{Mn}^{++} + 8\text{H}_2\text{O}$ 。

你還可以用二去除呢。

生 對啦；那末，我只得到 $5\text{Fe}^{++} + \text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ = 5\text{Fe}^{+++} + \text{Mn}^{++} + 4\text{H}_2\text{O}$ 了。這個方程式當然是簡單得多了。

師 並且也比較容易懂得多了，因為牠告訴我們：五個二價鐵根可以被一個過錳酸根在八個氫根的影響之下氧化為五個三價鐵根，而同時構成功錳酸根和水呢。我現在把這個長算式的短反應試驗給你看呀。我如果把過錳酸鉀溶液倒在含有硫酸的硫酸亞鐵溶液裏的話，那末，紅顏色在攪拌時立刻就消失了。這情形繼續了若干時之後，溶液就會因為加了幾滴過錳酸鉀進去而立刻變成紅色呢。真正做定量分析時，當然是要用預先量好或稱好的溶液，而使過錳酸鉀溶液從滴管(第四十七圖)裏流進去的。但我們卻不可用夾有并夾的橡皮管，而須用一種有管塞的滴管纔行，因為橡皮管會被過錳酸鉀侵蝕呢。我們可以用這方法又快又精密的把鐵當作二價鐵鹽定量呢。

生 牠如果已經變成了三價鐵鹽的話，那怎麼辦呢？

師 那末，只要先用一種還元劑使牠還元就行了；沒有用完的還元劑是容易去掉的（第五十八章）。普通大都是用金屬鋅來做還元劑的。

第六十一章 鉻

師 我現在拿一種新的金屬給你看看；牠跟鐵和錳是有密切關係的；就牠的化合物的性質看起來，牠佔的地位不但在鐵之後，並且還在錳後面呢。你瞧，鉻的顏色很白，光澤非常鮮明，質地特別的堅硬；牠是很難溶解的，而放在空氣裏是起變化的。鉻是由大晶體構成的，並且是很容易沿着牠的結晶面裂開來的。

我過去還沒有看見過鉻呢。

！ 我們知道牠還不十分長久呢，因為牠的融點很高，所以從前沒有能把牠精鍊出來。在近二十幾年以來，我們纔學會用鋁大規模的鍊鉻的呢。

生 請告訴我是怎樣鍊法的呢？

師 方法是把氧化鉻(方程式為 Cr_2O_3) 跟鋁粉依照牠們的化合量的比率混合起來，而在這種混合物的一角燃着牠，於是就發生下面這個反應了： $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} = \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Cr}$ 。如果用的分量足夠的話，那末，溫度就高到可以把鉻跟氧化

鋁都融化了呢。這樣一來，就構成功可以凝結為粗晶狀的大塊金屬了。我們把用牠來做鋼的附加物，因為牠可以使鋼得到較好的性質，特別是給鋼以大的硬度呢，鉻本身我們是不用牠的，因為牠是太脆了。牠在空氣裏跟水裏可以保持其光澤而不失；在酸類——特別是鹽酸跟硫酸——裏，牠是要溶解的，並且同時可以使氫氣放出來呢，你瞧。

生 溶液變成藍顏色了。

師 這是二價鉻根的顏色；這種二價鉻根是相當於二價鐵根和二價錳根的。但是牠的鹽類比較二價鐵鹽還要更不穩定，因為牠在空氣裏很快就氧化了，所以牠是一種功效很大的還元劑。你瞧，液體現在已經在由藍色而變為綠色了，因為二價鉻根在變為三價鉻根呢。

生 德文名詞裏的 o 字跟 i 字總是指二價游子跟三價游子而言的嗎？

師 我們不僅在二價的跟三價的，並且還在較多價或較少價的金屬游子之間加以區別呢。因為普通大半只是二種原子價，於是德文名詞裏的 o 字照例是代表較高的原子價，而 i 字是代表較低的原子價的。三價鉻鹽的性質是跟鋁鹽和鐵鹽（三價鐵鹽）相似的；特別是三價鉻也是能跟鐵和鋁

一樣的構成功一種鉻明礬的。這兒是少許鉻明礬的晶體。

生 牠的確是天然晶體嗎？牠的形狀這樣有規則，好像是人工做成的呢。

師 鉻明礬($\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) 特別容易結晶成有規則的大晶體，牠的晶狀並且是跟其餘那些明礬相同的。但當牠結晶時，我們如不加以注意的話，那末，牠就不會結成很有規則的晶體了。因為牠靠結晶皿底放着的那一面就不能好好生長，而要變的像結晶皿底一樣的平了。我們如果把一顆小品體掛在一根細線上放在溶液中間，使牠在各方面都能生長，或者是把放在結晶皿底上的晶體時時翻動，使牠所有的表面都有發展的機會的話，那末，就會構成功這種很好看的晶體了，

生 這個實驗我願意做；我應該怎樣做呢？

師 鉻明礬並不貴；但你也可以用普通的明礬來做這試驗呢。你先把鉻明礬溶些（分量不可太少）在五倍於牠的水裏，但你須把水稍稍加熱纔行；過了一夜以後，往往就有雖不很大，但很有規則的晶體析出了。然後，你把溶液瀝在一個乾淨的玻璃杯裏，把你所得到的顆頂大而頂有規則的晶體放在溶液裏，用紙把玻璃杯蓋住放在一個溫度不

大起變化的安靜的場合，於是溶液的水分就會慢慢的蒸發掉而使那顆晶體長大起來。如果也有其他的晶體在溶液裏析出的話，那末，你就把你那顆頂大的晶體放在一個乾淨的玻璃杯裏而把溶液再濾一次；濾了之後，就再把牠倒在你那顆晶體上面。你必須把晶體時時翻動，牠纔會長得均勻呢。

生 這我一定要試牠一次呢。

師 這個試驗是需要一些忍耐工夫的。鉻明礬是三價鉻鹽中最有名的一種；因為膠跟膠質物用牠處理之後不會溶解在水裏，所以牠在這一方面尤其有用途。這跟什麼有連帶關係，我不能詳細說明給你聽了，因為這一類質素是屬於有機化學範圍裏的；其主要原理，是在於膠是可以跟氫氧化鉻構成功化合物的。

生 氫氧化鉻我還不認識呢。

師 你立刻就可以看到牠了。我很小心的把少許氫氧化鈉加在鉻明礬的溶液裏，構成功的灰綠色沈澱就是氫氧化鉻，牠可以溶解在多量的氫氧化鈉裏，而作液體變成碧綠色呢。

生 那是發生了什麼作用了呢？

師 跟氫氧化鋁在同樣的情形之下所發生的作用（第五十六章）是相同的。氫氧化鉻含有酸類的性質（不過其酸性是很弱的罷了），因為其中所含之氫可由金屬來代替呢。但這種溶液是很不穩定的；我把牠一加熱，就有氫氧化鉻沈澱出來了。

生 你爲什麼屢次把試管從火上移開去呢？

師 因爲否則試管裏的東西就要整個兒的衝出來了。鹽基性液體放在玻璃器具裏加熱時，很容易黏附在玻璃上，所以在液體構成蒸氣以前，牠是會發生過熱的現象的。等到最後構成了第一個蒸氣泡時，就會因爲過熱的原故立刻構成功很多的蒸氣而把液體衝到外面來了。你瞧，我因爲同你在說話。沒有留神，就發生了這種事情了。書上沾着污漬的場合，你應當用稀醋酸去處理牠；這樣一來，氫氧化鈉就變爲沒有腐蝕性的醋酸鈉了。

沈澱的綠顏色真美麗極了。

氫氧化鉻是一種畫家用的顏料。我們可以用不同的製造法得到各種不同的綠顏料呢。這些綠顏料的耐久性既大。放在空氣中或光中又不會發生變化，所以對於藝術畫是很有價值的。氧化鉻可以跟氧化亞鐵化合爲鉻鐵鏽出現

於自然界中；其他各種鉻化合物就是用牠來製造的。鉻鐵鑛的組成跟磁鐵相似，所不同者，只由三價鉻代替了三價鐵罷了。二者的晶狀也是相同的，所以是異質同像的質素。

生 鉻明礬跟鐵明礬也是異質同像的質素。鉻跟鐵所有的彼此相應的化合物都有這種現象嗎？

師 牠們雖不都有這種現象；但其中一大半是有這種現象的。因此，我們也廣義的稱鉻跟鐵本身也是異質同像的，以表明牠們跟其他元素構成功的彼此相應的化合物大一半是含有同的晶狀的呢。但最重要的鉻化合物並不是屬於三價鉻這一系，而是屬於鉻酸或鉻酸根這一系的。我照着從前試驗錳那樣，把少量的任何一種鉻化合物同碳酸鈉或碳酸鉀和少許硝酸鉀放在一起融化。

生 從前變為綠色，現在變為黃色了。

師 鉻酸鹽不但是本身，就是牠們的水溶液也是黃色的。但是我如果加些酸進去的話，那末，溶液就由黃色變為紅黃色了。

生 這情形是不是有點兒像礦類變色龍的？

不，這兒的情形是不同的。我把鉻酸鉀拿給你看。牠是

一種黃色鹽，牠的組成是 K_2CrO_4 ，所以跟硫酸鉀和鉷酸鉀是相似的；就是牠們的晶狀也是彼此相同的。我如果把乾的鉷酸鉀放些在試管裏加熱的話，那末，牠就變成鮮紅色了；冷卻之後，牠會重新變成黃色呢。

生 加熱時究竟發生了什麼作用呢？

師 發生的作用並不是很希奇的。一種物體吸收了藍色的跟紫色的光線以後，會現出黃顏色來。這你是知道的。我們把鉷酸鉀加熱時，被牠吸收的光線範圍會漸漸的移向綠色那方面，所以牠的顏色纔會改變的。一種物體的體積跟其他的性質都可以隨着溫度而改變；牠吸收光線的本領也不是例外。鉷酸鉀容易溶解在水裏而構成功一種鮮明的黃色溶液；這種溶液的黃顏色是從鉷酸根那兒得來的。牠在許多方面是和硫酸根相似的。硫酸根的試藥是什麼？

生 是鉍根。硫酸根可以和牠構成功一種白色沈澱呢。

師 我如果把鉍根（例如用氯化鉍）加在我的黃色溶液裏的話，那末，也會構成功一種沈澱呢；但牠不是白色而是鮮明的黃色的。鉷酸鉍也跟硫酸鉍一樣的難溶解。不過你瞧，牠能溶解在鹽酸裏，而硫酸鉍是不能溶解在鹽酸裏的。

生 溶液又變成紅黃色了。

師 又構成功一種新的游子了；這我馬上就可以解釋給你聽呢。我們如果把一種酸加在鉻酸鉀裏而讓牠結晶的話，那末，我們就可以得到這種紅顏色的鹽呢；牠的粉末的顏色不是硫黃色的，而是跟牠的溶液一樣都是紅黃色的。根據分析結果所示，這種鹽的組成是 $K_2Cr_2O_7$ ；所以牠是一種叫作重鉻酸根 (CrO_7^{--}) 的鹽。因此，這種鹽也叫作重鉻酸鉀。

生 牠是怎樣由鉻酸鉀裏構成功的呢？

師 問題該你自己來答復的；你把硫酸對於二個鉻酸鉀的作用寫出來看。

生 $2K_2CrO_4 + H_2SO_4 = K_2SO_4 + K_2Cr_2O_7 + H_2O$ 。方程式是寫出來了；可是此外還構成了水呢。

師 在我把整個問題向你概括地述敘以前，我還要叫你見識一個試驗呢；我如果把濃硫酸加在重鉻酸鉀的濃溶液裏的話，那末，就會構成功一種極鮮明的紅色沈澱呢。牠的組成在純粹時是 CrO_3 。牠的名詞叫做鉻酐。

生 這情形是不是完全跟硫酸一樣的？ SO_2 是硫酐； H_2SO_4 是硫酸；那末， H_2CrO_4 一定是鉻酸了。

師 說得很好；不過這種酸的本身我們是不知道的。但根據鉻酸鉀的組成看起來。相當於硫酸根 (SO_4^{--}) 的鉻酸根 (CrO_4^{--}) 毫無疑義是存在的。但我們每逢製造鉻酸本身時，得到的卻只是鉻酐，這情形跟亞硫酸和碳酸是完全一樣的。這兒是比較多量的三氧化鉻或鉻酐；牠現在是一種工業出品，市面上是有得出賣的。鉻酐是一種深紅色的，有光澤的針狀晶體。

生 那紅色的鹽是什麼東西呢？

師 我們可以把重鉻酸根當作是鉻酸根和鉻酐的一種化合物來看待： $\text{CrO}_4^{--} + \text{CrO}_3 = \text{Cr}_2\text{O}_7^{--}$ ；在鉻酸根和鉻酸接觸的時候，換句話說，就是當我們把酸加到一種鉻酸鹽溶液裏去的時候，每次都是要構成功這種東西的。因此，我們也可以用氫根把反應簡單地寫出來呢：



生 我們如果把鹽基加在溶液裏呢？

師 那就重新成功鉻酸根了，因為重鉻酸根和氫基可以構成功鉻酸根和水呢；你把方程式寫出來。

生 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{--} + 2\text{OH}^- = 2\text{CrO}_4^{--} + \text{H}_2\text{O}$ 。又是一寫就寫出來了。這一類的方程式真奇怪極了。

師 我們不要忘了做這個試驗呀。這是紅黃色的重鉻酸鉀溶液；我加少許氫氧化鈉或阿莫尼亞進去——

生 液體又變成淡黃色了。

師 我們可以就此拋開鉻了。但我還要把牠的一種反應試驗給你看，使你想起牠在工業上的地位呢。這張紙是先用膠、顏料跟鉻酸鉀這三種東西的混合物塗了，然後再放在黑暗的地方弄乾了的。我現在把牠一半夾在書裏，一半露在外面被太陽晒，隔了幾分鐘以後，我把紙從書裏拿出來而用溫水把牠洗一洗。只有夾在書裏的那場合的膠纔會溶解，而在太陽晒過的那場合的膠卻不會溶解了。我們如果把各種像片放在這種紙上，而把牠晒在日光裏的話，那末，簡直可以印像片呢。

生 哦，這倒奇怪呢。究竟是發生了什麼作用呢？

師 三價鉻鹽跟鉛鹽一樣可以使膠變的不能溶解呢。膠跟其他許多有機質素在日光中可以對於鉻酸鹽發生一種影響，使其失去氧氣而變成功氧化鉻；氧化鉻跟膠化合之後，後者就不能溶解了。樹膠跟膠的性質相似，所以我們可以用一張塗了顏料，樹膠跟鉻酸鉀的紙來印像片呢；我們稱這種像片為樹膠像片。

生 我很想做這一類的試驗呢。

師 這一類的試驗並不難做；並且做這種紙用的那幾種東西你也是可以隨便配合的。你可以拿很好看的羽狀乾葉片或這一類的東西作為底樣放在做好的紙上；然後再把紙和底樣一同夾在兩塊玻璃中間放在太陽裏晒牠幾分鐘就行了；但在蔭處卻非晒十五分鐘到三十分鐘不可；如果是在冬天，那就要晒好幾點鐘纔夠呢，因為日光愈弱，晒的時間是愈得長久的。

生 我必須在黑暗的場合製這種紙嗎？

師 那是不必的，你在燈光下面也是可以製的；不過你必須把製好的紙放在一個黑暗的場合（例如放在一只空的大箱子裏）弄乾纔行。你只要注意不使光線透進去就成啦。這一類的紙稍稍晒着太陽是無妨的；但不可晒得太長久，因為一晒得太長久之後，整個的塗層就要變的不溶解了。

第六十二章 鈷與鎳

師 我今天要講給你聽的金屬，就牠們的化學性質說起來，乃正是跟鉻相反的，因為牠們是跟鐵接近的，而鉻卻是跟錳接近的。就鉻說，其最重要跟最穩定的化合物都是由鉻酸（鉻的最高氧化階級只到鉻酸為止）構成功的；但在我今天要講的金屬就不然了。牠們的代表化合物要在牠們的最低氧化階級（這個階級相當於二價鐵跟二價鐵的化合物）裏纔找得見呢。我先給你一塊金屬的鈷看看；你可以看出什麼來呢？

生 牠是一種略帶灰色的金屬，顏色也許要比鐵鮮明些。牠似乎是頂堅硬頂韌的。關於鏽或其他變化的徵象，我卻看不出什麼。

師 好！事實上鈷在空氣中確是很穩定的。牠不容易融化；但是牠的融點並沒有鉻、鐵跟錳的融點那樣高。鈷本身簡直是沒有什麼特別用途的。牠在酸類裏只能慢慢的溶解而把氫氣放出來；但硝酸卻是例外。你還記得這一類的金屬

爲什麼在硝酸裏比較容易溶解的嗎(第四十四章)?

生 記得的，那是因爲氫氣不必等到放出來就可以跟硝酸裏的氧氣構成功水的原故。

師 對啦!至於放出來的不是氧氣而是氮的低級氧化物，其原因也是在此。你瞧，鈷在加熱的稀硝酸裏要容易溶解些呢;溶液是紅顏色的。

生 那大概是鈷根的顏色吧?

師 可不是嗎;構成功的是硝酸亞鈷 ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2$)，牠的溶液裏含有二價鈷根 (Co^{++})呢。一切鈷鹽在稀溶液裏所表現出來的顏色都是相同的。反之，在濃溶液裏鈷鹽是不會完全分離爲游子的，所以這種溶液可以有種種不同的顏色呢。尤其是青色。這種顏色是從沒有分離的化合物得來的。硝酸鈷是我們知道得最清楚而用途最廣的一種鈷鹽。除此以外，還有含着六個結晶水的氯化亞鈷 (CoCl_2)跟含着七個結晶水的硫酸亞鈷或鈷礬 (CoSO_4)也是我們所知道的。所有這一切鹽類在含有結晶水時都是紅色的;但有好許多在失掉結晶水之後就變成功藍色的化合物了。

生 我記得我畫圖用的顏料盒裏有一種藍色是叫做鈷的。

師 是的，那是鈷跟氧化鋁的一種化合物。氧化亞鈷也能把玻

玻璃染成藍色呢。做用具跟花玻璃用的深藍色的玻璃。你是認識的。這種玻璃是用鈷來染色的。

生 最近我用藍玻璃看到過一種很可驚奇的現象：在一個黑暗的晚上，我從遠處看見一輪馬車上的一道紅光；但在馬車走近來的時候，光就變成藍色了。燈裏裝着一塊藍玻璃呢。

師 那正是一塊鈷玻璃。我們如果把穿過這種玻璃的光加以分析的話，那末，我們可以發現除了藍光以外還有紅光也能穿過去呢，所以藍色看起來是偏於紫色的。倘若黃昏時有霧的話，那末，紅光透過霧的路程就要比藍光遠得多了，所以遠處的燈光在有霧時看起來總是紅色的。由這一點上，你就可以看出我說的道理是對的了。也許馬車燈裏的燈光是很暗淡的，於是紅光就格外占着優勢了。因此，你在遠處纔只會看見車燈裏放出來的紅光的；但一到近處，藍光就變成非常強烈，而紅光就完全消失了。

你說的理由也許是對的，因為這現象我以後並沒有常遇到過，只不過偶然遇到過幾次罷了。但遇着這現象時，是否都是有霧的，我就不十分清楚了。

師 你等着最近有機會時再注意一下得了。現在，我要來做一

個試驗給你看看了。在這個試驗裏，紅色的鈷鹽可以變成藍色的鈷鹽呢。這現象從前曾經引起化學家的驚異的。我用氯化亞鈷的溶液畫幾條線在紙上。但不能用鋼筆頭畫，因為鐵會使氯化亞鈷溶液分解呢。畫的線紋乾了以後，將近是看不見的，因為紅顏色是太淡了。現在，我小心地把紙加熱——

生 畫的線紋變成美麗的藍顏色了！這個試驗倒是怪有趣的。請你告訴我，我們普通用做豫測天氣的花狀氣壓計跟鈷也有連帶關係嗎？牠也是藍色跟紅色的，並且牠變紅的時候，天就下雨了；變藍的時候，天就晴了。

師 一點兒也不錯；這種東西是用白色織物浸在硝酸亞鈷溶液裏製造出來的。在乾燥的空氣裏，硝酸鈷失去了水分之後，就會變成功藍色的化合物了；在潮濕的空氣裏，牠會重新吸收水份而又構成功紅色的晶體呢。

生 牠可以做正確的天氣豫報嗎？

師 牠簡直是不能豫報天氣的；牠只不過能把目前空氣裏的濕度表明出來罷了。但在空氣潮濕的時候，天雖還沒有下雨，然不久就要下雨的可能性比較空氣乾燥時總來得大些，所以我們多少是可以拿牠預測未來的天氣的。現在，

我還想使你認識氫氧化亞鈷呢；牠是怎樣製造的？

生 哦，我現在熟得很了。我們把氫氧化鉀或氫氧化鈉加在一種鈷鹽的溶液裏，氫氧化亞鈷就沈澱出來了，如果牠是不溶解的話。允許我做這試驗嗎？已經沈澱出來了！這種沈澱是藍灰色的。

師 好；我關於鈷所要告訴你跟試驗給你看的，差不離已盡於此矣。這並不是說，牠不構成功其他化合物了；可是這許許多多的化合物的性質大都是很複雜的。我如果要把牠們的情形一一說明給你聽的話，那就非化上許多時間不可了。

生 鈷不構成功含氧更多的氧化物嗎？

師 不，鈷還能構成功一種跟氧化鐵相似的不穩定的氧化鈷（ Co_2O_3 ）和一種跟磁鐵相似的比較穩定的四氧化三鈷（ Co_3O_4 ）呢。後者是一種黑色的粉末，可以當作磁器顏料用呢。

生 當作黑顏料用嗎？

師 不是，是當作藍顏料用的。牠跟瓷器釉裏的矽酸鹽一同融化之後，就構成功我剛纔已經說給你聽過的那種藍玻璃了（本章）。因為牠遇到熱是可以融化的，所以鈷色大都會

跟沾了水的墨水字似的從着色的地方向四周滲開去呢。這種藍色的光在磁器上往往可以看到的，今天我們還要來認識鎳呢。

生 一個 Groschen* 叫做一個鎳；牠跟元素鎳有關係嗎？

師 是的；牠是用鎳做成的。跟鋅恰恰是相反的，牠是一種用途很廣的金屬；牠的硬度跟抵抗空氣和水的本領都很大，並且有一種美麗的黃白色跟很好看的光澤。我們或是直接拿牠來用，或是拿牠鍍在別種金屬上呢。

生 對啦！鍍鎳的器具我看過不少了，例如腳踏車的零件以及其他諸如此類的東西都是鍍鎳的。我們普通在書上讀到的電術鍍鎳這四個字是什麼解說呀？

師 即用電解法使鎳鍍在別種金屬上的意思。

生 那末，牠直接了當的就叫做電術鍍鎳好了，爲什麼在德文裏也叫做 galvanisch vernickelt 呢？

師 Galvani(加爾發尼)是一個人，金屬跟溶液接觸之後會發生電的現象就是他最初發現的；在他以前，人們只知道有兩種電：一是在摩擦時發生的；一是在天空閃電時發生的。因此，人們纔把加爾發尼發現的那種發電方法稱爲加爾

* 德幣名，

發尼式發電法(即濕電池),而把全部學說稱為濕電學的。加爾發尼本人當初對於他發現的這種現象所抱的見解乃是錯誤的;他的錯誤的見解後來先經過伏打修正過一次,而最後纔由利忒跟法拉第使其和化學現象發生了正確的關係的。

生 我還要知道得更詳細些呢。

師 這個發明的歷史已見於許多書本裏了,你將來一定可以學到的*。今天,我們只想把電解法中有關於提煉金屬的幾個主要之點提出來談談。電流怎樣通過電解質,你是知道的吧?

生 知道的,正電是跟着陰向游子走的,而負電是跟着陽向游子走的。

師 對啦!電流離開電解質而走進電極的那場合會發生什麼現象呢?

生 游子的質素會逗留在那兒,因為只有電是能走進電極裏去的。

師 一點兒也不錯;但沒有電荷的金屬游子實際上就是等於

* 例如可參閱 Ostwald 著 Geschichte der Elektrochemie, in „Wissen und Können,“ Bd. 17, Leipzig, T. A. Barth.

普通的金屬，所以我們如果用一種導電體作為金屬游子所趨之電極，換句話說，就是用牠作為陰極的話，那末，金屬就會變成一層外衣在牠上面析出了。並且電流通得愈久，這種外衣也就愈厚。導電體如果是又純粹又磨得很光滑的，那末，這層外衣就可以黏附得很牢了。我們能用這方法來鍍金、鍍銀、鍍銅、甚至於鍍鎳呢。

生 我想親眼見識見識呢。

師 等我以後討論銅的時候再試驗給你看吧；電鍍術最早是應用在鍍銅的；再者電鍍鎳並不是鍍鎳的唯一方法。我們也可以把薄鎳皮包在其他的金屬外面（特別是包在鋼板外面），而使牠們結合在一起構成功很耐久的材料呢。除此以外，我們還製造鎳跟其他許多金屬的合金呢；尤其是用鐵跟鎳鍊出來的『鎳鋼』的性質乃是極有價值的。鎳在稀酸裏將近是不溶解的；但他跟鋅一樣，放在硝酸裏是可以溶解的。

生 允許我做這試驗嗎？牠已經溶解了；溶液似乎要變成綠色呢。

師 是的，溶液裏構成功含有綠色二價鎳根(Ni^{++})的硝酸亞鎳了。其他一切從溶液裏析出的含有結晶水的固態鎳鹽

也都是綠色的；但牠們不像二價鐵鹽是淡綠色的，而是很美的純綠色的。大部分的鎳鹽在不含結晶水時都是黃色的。這是硫酸亞鎳，電鍍鎳時大多就是用的牠。

生 讓我也來做牠的羥化物。牠是淡綠色的。

師 好！但你再用阿莫尼亞來代替氫氧化鈉試試看。

生 結果應當是一樣的！你瞧，這不是那淡黃色的沈澱嗎。

師 你再多加些阿莫尼亞進去看。

生 難道會發生變化不成？唔，溶液變成深藍色了，並且沈澱也都溶解了。這到底是怎麼一回事呢？

師 綠顏色既然不見了，那你就應當做個結論，說是二價鎳根不再存在了，牠已經跟過剩的阿莫尼亞化合為一種藍色的新游子了。這游子的組成是 $\text{Ni}(\text{NH}_3)_4^{++}$ 。

生 這我們怎會知道呢？

師 因為我們可以從溶液裏得到一種固態鹽，而這鹽的組成例如可以是 $\text{Ni}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4$ ，所以纔會知道的。這種化合物沒有特別的意義；不過阿莫尼亞跟重金屬的游子是常常能構成功這種化合物的，所以我纔使你認識鎳的這種化合物的。最後，我還要告訴你，即鎳雖能構成功較氧化亞鎳含氧更多的氧化物；但這種化合物比較氧化鈷還要

更不穩定。因此，鎳的性質到處都像是一種二價的元素呢。牠跟鎂或鈣是相似的。

第六十三章 鋅

師 你已經從日常生活中認識了鋅了；關於鋅你可以告訴我些什麼呢？

生 鋅是一種白色的，並不十分堅硬的金屬，牠在潮濕的空氣裏會漸漸發暗，並且很容易溶解在酸類裏而放出氫氣來。

師 說得一點兒也不錯。牠的融點是四二〇度，比較我們已討論過的那些金屬是低得多了。我們如果把牠放在空氣中強烈地加熱的話，那末，牠就會燒的變成功牠的氧化物而同時放出火光來呢。在加熱時如不使氧氣走進去的話，那牠在九五〇度時就開始沸騰了。

生 鋅果真可以沸騰嗎？

師 當然可以跟水銀一樣的沸騰的。我們甚至於能把鋅的蒸氣密度定出來呢，我們找出來鋅的分子量是六十五。如此看來，牠的分子量跟原子量是相同的，所以鋅蒸氣的化學式是 Zn 。

生 鋅原來是跟以往討論過的那些元素不同的；那些原素的

分子量都是二倍或數倍於其原子量的。

師 不僅僅鋅是這樣，就是其他一切在蒸氣狀態時被我們研究過的金屬也都是有這種特性的。水銀的這種特性是我們最早發現的。水銀的分子量也是由 Hg 而不是由 Hg_2 或 Hg_4 來表明的。金屬的這種特性跟什麼有連帶關係，關於這個問題我們至今還不十分清楚呢。——鋅有各種的用途，你是知道的。

生 是的，我們用鋅皮來製造浴盆，屋頂等等東西呢。

師 因為鋅在潮濕的空氣裏可以抵抗氧化作用，所以我們纔拿牠來做這種用途的。鋅雖比鐵還要容易被腐蝕；但是構成功的那層外衣沾得很牢，——這情形跟鋁是一樣的——所以可以把底下的東西保護得很好。因此，我們也把鋅鍍在鐵上面來保護牠呢。特別是農具，籬笆上用的鉛絲以及其他這一類的器具都用這種電鍍過的鐵做的。

生 這個名詞又是跟電有關係的吧？

師 牠們在某種意義上確是有關係的。我已經向你說過，兩種不同的金屬同時跟一種濕的導電體發生接觸時，往往是會生出電來的，甚至於是能構成電流的。於是就會發生電解作用，而金屬之一就被氧化了。在鋅跟鐵二金屬的例子

中，被氧化的乃是鋅。所以鍍過鋅的鐵，是不會被水跟氧侵蝕的，因為牠把這種電蝕作用推到含有較大抵抗力的鋅身上去了。我不久還要回到這個問題上來，所以把你的問題留到那時候再提出來討論吧。——鋅除去鍍在其他金屬之外，我們還拿牠來製造合金呢。牠主要的是可以跟銅構成功黃銅，或跟銅和鎳構成功德國銀呢——我再拿一種特別的鋅給你看嘅，牠的名詞叫做鋅粉。

生 牠完全是灰色的，連一點點金屬光澤也沒有的。

師 你把牠放在乳鉢裏一磨，就立刻能夠看到金屬的光澤了。

生 這種鋅粉是怎樣得到的呢？

師 在鍊鋅的時候，是可以毫不費力的得着鋅粉的。鋅是易於逃散的，所以我們不能把牠像鐵或銅一樣的放在敞着口的爐子裏來融化，而須把牠加以蒸餾纔行。當蒸餾的時候，最初跑到冷接受器裏去的那一部分就凝結為鋅粉了。要等溫度升高到四百二十度以上的時候，那些細粉方會融在一起而構成功整塊的金屬呢。我們每逢要用含有較大表面的金屬做還元劑時，就要拿鋅粉來用了。例如我們可以用牠使三價鐵根很快的還元為二價鐵根呢，如果我們做分析時要用到二價鐵根的話(第六十章)。你以後可

以把這試驗做一下；氯化鐵溶液跟鋅粉放在一起搖上幾搖就會變得完全沒有顏色了。

生 事後我可以用黃血鹽(第五十九章)來證明所有的三價鐵根是否的確通通還了元呢。

師 這意思很好。鋅溶在酸類裏所構成功的溶液都是不帶顏色的，這你大概已經注意到了。這種溶液裏含有類似二價鐵根，錳根和鎂根的無色的二價鋅根(Zn^{++})呢。在牠的鹽類中，我可以舉出鋅礬來。

生 啊哈，那一定是硫酸鋅。

師 對啦！ $ZnSO_4 + 7H_2O$ 。硫酸鋅是一種白色的鹽，放在水裏是很容易溶解的。牠在醫學上跟工業上用途都很廣。此外，我再告訴你一種在水裏不但容易溶解並且溶解得多的鋅鹽，牠的名詞叫做氯化鋅($ZnCl_2$)。這種鹽有很多用途。我們用牠來浸漬鐵軌的枕木呢，因為木頭浸過氯化鋅之後，就能抵抗細菌跟其他有害的東西了。

生 那是什麼原故呢？

師 鋅根是有毒的；牠的毒性雖不十分大；但牠殺菌的本領是綽綽有餘的。氯化鋅溶液還可以跟阿莫尼亞一樣的用作鍍金屬呢，而兩者是基於同一理由上的(第五十二章)。

生 讓我也來製造鋅的羥化物！這不是嗎，牠跟其他一切鋅化合物一樣也是白色的。哦，我做了一個小小的發見了：牠溶解在多量的氫氧化鈉裏了。

師 你現在也得把牠加以說明呢。

生 氫氧化鋅是不是跟氫氧化鋁和氫氧化鎳一樣也是有酸類反應的呢？

師 可不是嗎。除此以外，鋅鹽也能跟阿莫尼亞先構成功氫氧化鋅沈澱出來，然後又溶解在多量的阿莫尼亞裏呢。但這種情形的動因跟加進氫氧化鈉不一樣，牠跟鎳的情形是具有同一動因的。鎳的情形是怎樣的呢？

生 在那裏是由二價鎳根和阿莫尼亞構成功一種新的陰向游子了。如果在此地也是這種情形的話，溶液的顏色就應當起變化了；但是牠事實上卻始終是跟水一樣的。

師 構成功的重鹽也是沒有顏色的；牠的固體是我們所知道的。——氫氧化鋅失去了水分之後，牠就變成氧化鋅(ZnO)了，氧化鋅是一種雪白的粉末。鋅在空氣裏直接燃燒時也是會構成功氧化鋅的。牠又叫做鋅白，可以當作顏料用呢。現在，我們還要把硫化鋅拿來討論討論呢。你還記得牠嗎？

生 當然記得的。牠是一種白色沈澱；當我們那時把硫化氫通到鋅鹽的溶液裏去的時候，牠就沈澱出來了。牠是當時構成功的唯一的白色沈澱。

師 可不是嗎。在重金屬中（至少在比較著名的重金屬中）。只有鋅能構成功白色硫化物，所以我們在分析化學中容易把牠鑑別出來的。但是硫化鋅也是最普遍的一種鋅鹽。所以我們對牠感着相當的興趣。牠的鹽物學名詞叫做閃鋅鹽；我這兒有幾塊閃鋅鹽呢。

生 但牠們並不是白色的，而是黃色或褐色的。

師 這是因為其中含有雜質的原故。特別是很少量的鐵就足以掩蓋硫化鋅的白色了。要從硫化鋅裏提煉金屬的鋅，那是非把牠加以鍛燒不可的。你還知道鍛燒的意義嗎。

生 你曾經告訴過我一次；我猜牠的意思就是等於加熱吧。

師 不僅是加熱的意思，並且在加熱時還要有空氣進去呢；所以鍛燒就是在較高溫度時氧化的意思。此時會發生什麼現象呢？

生 現在我知道了。此時硫黃會燒成二氧化硫，而金屬同時就變成功氧化物了。

師 對啦！你把方程式寫出來。

生 $ZnS + \text{---}$ 對了，鋅需要一個氧，而硫卻需要二個氧，一共是三個所以是： $ZnS + 3O = ZnO + SO_2$ 。我現在也記得你說過硫酸就是用二氧化硫來製造的呢。

師 對啦！一部分是由於經濟關係，一部分是因為不可以使二氧化硫跑到空氣裏去的，因為牠——

生 因為牠可以傷害植物呢。

師 對啦！從氧化鋅裏提鍊鋅的時候，我們須把牠跟炭混和之後放在曲頸甌裏加熱。但是這種曲頸甌並不是普通的那種曲頸甌，而是在一端密閉着的一種管子或是用黏土燒成的一種箱子。牠們都是平排放在一只煉爐裏同時加熱的。

生 並且是先由蒸氣構成功鋅粉，然後纔構成功液態鋅呢。

師 對啦！除了閃鋅礦之外還有碳酸鋅也出產在自然界中。牠叫做亞鉛礦，也是鍊鋅的一種原料。我們自己可以怎樣製造碳酸鋅呢？

生 用氫氧化鋅跟碳酸來製造行嗎？

師 那是不大行的，因為氫氧化鋅是一種很弱的鹽基，牠跟碳酸（或說得正確些乃是二氧化碳）是不能好好的化合的。我們可以從那一點上把一種弱鹽基鑑別出來呢？

生 如果牠的鹽類含有酸性反應的話，那末，牠一定是被水分解了，而牠一定是一種弱的鹽基了。

師 答得好。停會兒你可以把硫酸鋅用石蕊試驗一下，結果你能證明是含有酸性反應的呢。不，我們可以把溶液裏的鋅根和碳酸根加在一起使牠們構成功碳酸鋅呢，因為碳酸鋅跟所有的重金屬的碳酸鹽一樣也是不能溶在水裏的，所以當我們把牠們的游子和碳酸根放在一起的時候，就構成功碳酸金屬的沈澱了。

生 是不是總有這種不溶解的鹽類析出的呢？

師 我想，我已經向你說過一次了，在中性的鹽類總是這樣的。在含有各種不同的游子的溶液裏，只有那溶解度最小的鹽纔會析出，假定牠的數量已超過飽和溶液裏所能容得下的數量的話。例如我曾經告訴過你一立水裏只能溶解 0.0015 克的氯化銀。如果溶液裏的氯根和銀根超過了這個數目的話，那牠們就要化合為氯化銀析出了；如果不到這個數目的話，那當然是不會析出的。現在我們把鋅根（例如用硫酸鋅溶液）和碳酸根（例如用碳酸鈉）加在一起。

生 構成功一種白色沈澱了。

師 這是碳酸鋅。不過牠跟碳酸鎂(第五十五章)相似,一部分是會被水分解的,因為鹽基跟酸都是弱的。因此,洗滌物並不是純粹的碳酸鋅,而是碳酸鋅跟氫氧化鋅的一種混合物。我們應該怎樣從碳酸鋅裏製造氧化鋅呢?你把碳酸鈣想一想看。

生 是不是依照方程式 $ZnCO_3 = ZnO + CO_2$ 僅僅把牠加熱就行了呢?

師 不但是行,並且還容易得很呢。我這兒有少許白色的碳酸鋅,我把牠放在一只小坩堝裏加熱;你朝坩堝裏望一望看。

生 粉末變黃了;這一定不是氧化鋅吧。

師 等我把火移開以後,你再把粉末看看看。

生 我看不出什麼特別的現象。不,牠的顏色似乎淡一點了。牠現在完全變成白色了。

師 冷的氧化鋅是白色的,燒熱的氧化鋅是黃色的。——現在,你可以知道我們從天然出產的碳酸鋅製造氧化鋅的方法了。還有。從氧化鋅裏鍊鋅的方法。你也知道了。最後,我還想告訴你,我們常用鋅做濕電池,換句話說,說是用化學能來生電呢。但是詳細的情形我要留在下次再說了。

第六十四章 銅 (一)

師 今天我們要把銅提出來討論了。銅恐怕是人類知道得最早的金屬之一，因為不但出產於自然界的銅化合物（由銅化合物中鍊銅是很容易的）是很多的，就是銅本身也是出產於自然界的，並且產量往往是很大的。這跟銅係介於貴金屬跟非貴金屬二者之間的一點是有連帶關係的。

生 你剛纔說牠的產量是非常多的。那末，我們怎能稱牠爲貴金屬呢。

師 稀少的產量並不是貴金屬的標準，貴金屬的標準乃是牠們對於空氣跟水的抵抗力。金銀的稀有性跟牠們在高低溫度時的不變性碰巧是一致的；但是在化學的意義上『貴』的意義跟『不願意構成功化合物』的意義，二者乃是相同的。

生 倒是些高貴的金屬呢。

師 這不是牠們願不願的問題，而是牠們能不能的問題。因為空氣裏的氧氣含量是有一定的，並且大地的溫度又是不

大起變化的，所以各種金屬在這種固定情形之下所表現的性質纔會彼此不同的。在溫度大約高至六千度左右的太陽上，也許要別種金屬纔能稱為貴金屬呢。

生 例如那些金屬呢？

師 因為我們至多只能在三千多度以上做我們的試驗，所以我們不但不知道是那些金屬，並且連做假設都是沒有意義的，因為我們是無法來加以證明的呀。——銅並不是一種貴金屬，因為牠遇到濕空氣或在加熱時都是會氧化的。但在普通情形之下，牠的氧化作用是進行得很慢的，並且當牠表層上構成功氧化物之後，氧化作用就會完全停止呢，所以銅在這種情形之下是可以保持得很好的。因此，我們纔常常用銅來蓋在貴重建築物——例如教堂——的屋頂上的；而這是可以從屋頂上的鮮明的綠色上鑑別出來的。

生 那綠色的東西是什麼呢？

師 大半是一種鹼性碳酸鹽，我們以後還要提到牠呢。銅也能跟海水抵抗，（金屬抵抗海水的本領總遠不及抵抗無鹽水的本領）所以我們也用牠包在輪船外面呢。銅可以做硬幣你是知道的；這也是跟牠的抵抗力和牠的比較還算

高的價值有關係的。銅本身的固有顏色是很少能看得到的，因為牠很快就會給一層薄薄的氧化物遮住了。但是當我們把這層氧化物溶了去的時候（例如用鹽酸倒在上面），那我們就可以看到銅本身固有的顏色了。你朝我這兒瞧！

生 這並不是銅紅色，而是玫瑰色呀。

師 我們普通所說的銅紅色，並不是純粹銅的顏色，而是氧化了的銅的顏色。銅的融點是一〇五〇度，質地雖不硬，但比較還算韌。在電的關係上牠有一種特性：牠是最好的導電體之一。所以牠用做電線的量是很可觀的。

生 電線究竟是一種什麼東西？

師 電能可以由金屬導到任何處去，這你是知道的。但牠被導到別處去的時候，牠得『完稅』纔行；全部的電能是從不會通通被導到導電體的末端去的，總有一部分是要被導電體扣留下來而變成功熱的。所用的導電物愈粗，扣留下來的電能也就愈少；但這跟導電體的性質也是有關係的。例如鐵做的導電體的粗細必須七倍於銅做的導電體，那末，同樣大小的電流從其中通過時纔會受到同樣大小的損失呢。所以我們也說銅的導電性比鐵要好上七倍呢。

生 難道世界上沒有一種完全沒有這種有害性質的導電體嗎？

師 金屬的溫度愈低，牠的導電性也就愈大。我們如果能把電線完全浸在液態空氣裏的話，那牠就可以細得多了；但這個辦法，在普通是行不通的。——現在，我們要討論銅的其他性質了。銅在稀薄的酸裏是完全不溶解的，換句話說，牠是不能把氫氣從酸類裏趕走的。

生 氫氣可以趕走銅嗎？

師 當然可以的；但這個反應僅在特殊情形之下纔看得見呢。我們如果把一種銅溶液跟氫氣關在一起，而放些白金進去的話，那末，不久就會有金屬銅析出，而同時構成功一種酸了。

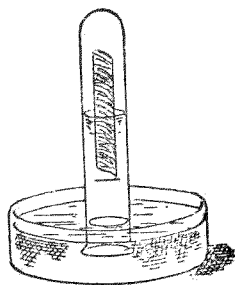
生 白金放進去有什麼用途？

師 牠可以促進這反應，猶之乎牠能促進爆炸氣的反應一樣，換句話說，就是牠是有觸媒作用的。例如用硫酸銅來做試驗，就可以發生下面的反應：



你如果要見識這個試驗的話，那你只要把一塊白金片緊緊的夾在試管當中，把硫酸銅溶液裝到試管裏去，然後再

使氫氣通進去，而使白金片恰好浸在溶液裏就行了（第七十三圖）。隔了一天之後，你就會看出氫氣變少了，而白金上有紅色的銅析出了。不過你未做試驗以前，須先把白金燒紅一次纔行；否則，牠的作用就太慢了。白金的表面燒紅之後，就變得很乾淨了。



第七十三圖

生 用鋅或其他能把氫氣趕走的金屬做這試驗不行嗎？

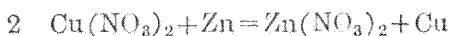
師 不行。金屬在這種關係上是有一定的次序的；氫氣可以跟金屬一樣的構成功能，所以也是可以排列進去的。這是一種銀鹽的溶液；我把一小塊銅丟在牠裏面，你看見什麼嗎？

生 在銅的四周構成功一種灰色的海綿體了，而液體也變成綠色了。

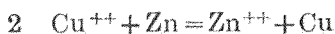
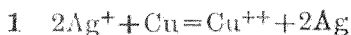
師 因為銀鹽變成功相應的銅鹽了，所以纔有這種綠顏色出現的；而灰色的海綿體乃是金屬的銀。我把溶液倒一部分出來，而把少許的鋅丟進去。

生 有少許黑色的東西析出了，而溶液卻變的沒有顏色了。

師 銅現在又被鋅趕出來了。我們如果把這兩種反應方程式寫出來的話，那我們就可以得到下列兩種方程式了：



你瞧，硝酸根在這兩種反應裏是不起變化的；要牠在那兒的意義，不過是要使金屬的陰向游子可以存在罷了，所以牠是可以由其他任何陽向游子來代替的。因此，實際上成問題的乃是下列二種反應：



生 看上去倒好像是各種不同的金屬能以大小不同的力量拉住那加號，而誰的力量強，誰就能把加號從旁一金屬那兒奪了去呢。

師 一點兒也不錯：在這種情形之下，化學反應是完全朝着一方面走的，所以跟完全的轉變是毫無分別的。這種加號是代表正電荷的（第三十七及第五十九兩章），這你早就知道了，所以你可以說，金屬跟正電結合的本領是大小不同的。我們並且能把一切金屬都依着次序排成一系，而使位置在前的金屬總比位置在後的來得強，而能把後者從

牠的鹽類裏趕出去呢。假定金屬 A 是可以趕走金屬 B，而金屬 B 是可以趕走金屬 C 的，那末，A 當然也是可以趕走 C 的了。這是一個普通的實驗定律。我們稱這種次序爲電動力次序，因爲牠是由金屬間的電動力來表示的。在我們把金屬同時放在一種含有水分的液體中時，這種電動力是可以觀察得出的。加爾發尼電池跟伏打電池的原理就是建築在這上面的。

生 你現在願意把這種電池的詳細情形告訴我嗎？

師 願意告訴你的，因爲我們所要用到的東西，現在已經通通有了。我先裝一個丹尼爾電池。這種電池爲丹尼爾氏（十八世紀中葉生長於英國）所發明，所以纔叫做丹尼爾電池的。我先把硫酸鋅溶液倒在一隻玻璃杯裏，然後再把一個沒有上釉的磁圓筒放在硫酸鋅溶液裏。這個圓筒雖能使水溶液從其中通過；但因爲有牠隔在中間，溶液卻是不容易混合的。現在，我再把硫酸銅溶液倒在圓筒裏，並以一鋅板插在硫酸鋅溶液裏，而以一銅板插在硫酸銅溶液裏。鋅板是和一根鋅絲，而銅板是和一根銅絲聯在一起的。我現在如果把這兩根細絲跟任何一種電流計上的接線螺旋連接起來的話，那末，電流計上的針就會左右擺

動，表示有電流從儀器裏通過去呢。

生 這跟我前一次（第三十七章）得到的電池是很相似的。

師 那些電池也是依據同一的普通原則構成的；不過沒有這樣容易瞭解罷了。我們如果把兩根細絲連結起來讓電池裏通電的話，那末，過了一些時，就會發現鋅板已經有一部分溶解了，而銅板上卻多了一層淡紅色的新銅了。如此說來，這跟我們把鋅丟在一種銅鹽溶液裏的時候所發生的化學反應是完全相同的：即一方面會有鋅溶解，而另一方面卻有當量的銅析出呢。

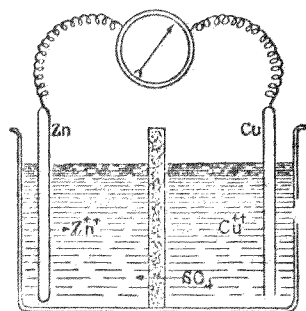
生 這我是明白的。但爲什麼在濕電池裏會發生電流，而在普通用鋅把銅從溶液裏趕走時不會發生電流呢？

師 那是因爲鋅在濕電池裏不跟硫酸銅接觸的原故。

生 不錯，我現在也注意到這一點了。那末，銅到底怎樣會析出的呢？

師 也是借助於構成功的電流纔能析出的。我看你還沒有了解呢，所以我把這現象用圖來向你說明。金屬鋅很容易變爲鋅根，因爲牠不僅能使銅鹽分解，並且還能使酸類分解呢，這你是知道的。但鋅變爲鋅根時非吸收正電不可，所以牠就把跟他連接在一起的導電體裏的電取去了。導電

體爲了補充失去了的電起見，於是就借助於銅板把銅根的正電荷取去了。這樣一來，硫酸鋅那部分的陰向游子就多起來了，而硫酸銅那部分的陰向游子就少下去了。於是硫酸根就會從硫酸銅那部分裏通過磁圓筒跑到硫酸鋅那部分裏去，而把彼此的差別加以抵消呢。現在，電的關係跟化學關係又都調整了，所以反應又可以照着我剛纔所說的那樣重頭再來一遍了。結果是一方面在電池裏或在電線裏構成了一種從銅的方面走向鋅的方面的不斷的電流，而另一方面鋅則不斷的溶解，而銅則不斷的析出。只要鋅板跟銅板是用一種導電體連接起來的，還有，只要鋅或銅根沒有用盡之前，這個反應總是可以繼續下去的。



第七十四圖

生 唔；我想，這是可以弄懂得的。鋅想使銅洗滌出來；可是除去利用電流之外是不能達到這個目的的，所以牠就非製電不可了。

師 一點兒也不錯。例如當你把空氣壓到你的氣槍裏去的時

候，空氣想膨脹而不可能，於是只有把塞子彈出來了。同樣的例子你還可以找到很多呢。伏打電池是一種利用化學能製造電能的機器。因此，牠的配置非適合一個條件不可，即須使化學能除了製造所需要的電工作之外毫無其他發展的方法是也。所以我們是必須把鋅跟銅的溶液隔離開來，而只用一種導電體把牠們連接起來的。

生 是的，我明白了。但是我同時又想起許多問題來了。第一個問題是我們不能用其他的金屬來代替鋅跟銅嗎？

師 當然可以的；我們如果把任何一種金屬放在牠的鹽類的溶液裏的話，那末，任何一對碰攏起來就是一個伏打電池了。不過牠們的強度是有所不同的，這就是說，牠們能完成的工作是不相同的。

生 這跟什麼有連帶關係呢？

師 我們再就從前的老例子來觀察。如果金屬 A 能使金屬 B 從牠的鹽類裏沈澱出來，而金屬 B 又能使金屬 C 從牠的鹽類裏沈澱出來的話，那末，A 也是能使 C 從牠的鹽類裏沈澱出來的。我們先讓一個由 A 跟 B 構成功的濕電池來工作，此時 A 會溶解而 B 會沈澱出來。然後，我們再用 B 跟 C 來做一個電池，此時 B 會溶解而 C 會沈澱出來。兩個電

池合起來就等於是 C 直接被 A 趕出來了，因為 B 起初是溶解在溶液裏的，後來沈澱出來了，但最後又重新溶解了，所以歸根結蒂是等於沒有發生變化似的。因此，起初的兩個電池所做的工作加在一起恰好等於由 A 跟 C 構成的電池所做的工作；所以 AC 電池的強度是等於 AB 跟 BC 二電池強度之和。

這我也是能了解的；但電池力是用什麼來量的呢？

生 是用電壓來量牠的。電動力次序命名的來源，你現在可以知道了。一定要金屬能把金屬趕走，電池裏纔會做工作呢。所以你如果把同一種金屬放在同一種溶液裏的話，那就沒有理由可以發生電流了。

生 對啦！這是千真萬確的。如此說來，用金屬跟牠們的鹽類是可以做成電池的。我們有沒有其他的方法做電池呢？

師 有的。鋅的溶解猶之乎是一種氧化作用；銅的析出猶之乎是一種還元作用。所以我們也可以用一個多孔的容器把任何一種氧化劑跟任何一種還元劑連接起來，而造成一個電池呢。不過我們還要安上一根電線纔會通電，這是可以把兩塊白金片或兩根炭條（這兩種東西都是不會被侵蝕的）分放在溶液裏，以求達到目的的。例如我用亞硫酸

溶液放在外面一層，用含有少許鹽酸的氯酸鉀溶液放在裏面一層，然後再用兩塊白金片分放在溶液裏，而把白金片上的白金絲跟電流計連接起來，我立刻就得到電流了，因為電流計上的指針在左右擺動呢。

生 我大致已經聽懂了；但是電的運動在這兒是怎樣發生的，您不可以向我解釋得更詳細些嗎？

師 我當然是可以解釋得更詳細些的；但說下去離題愈遠了。關於銅的本身以及牠的各種化學性質，我們今天差不多完全沒有討論到；下次我們一定要加以補述呢。

第六十五章 銅(二)

師 過去我曾爲簡便起見把銅的綠藍色的二價游子稱做銅根；但是我現在要告訴你銅游子有兩種呢，除去你知道的二價銅根以外，還有一種一價銅根呢。在德文裏是用 i 跟 o 兩個字母來把牠們加以區別的，所以前者叫做 Cupriion，後者叫做 Cuproion。並且後一種是很少爲人所知道的。

生 那末，這跟鐵和鉻的情形是不相同的，因爲這兩種元素除了二價的游子以外，還可以構成功三價的游子呢。

師 以後你還會遇到別種情形呢，因爲有些元素可以構成功二價的跟四價的，或一價的跟三價的游子呢。在二價銅鹽中，你已經認識了硫酸銅 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 了。牠構成功藍色的大晶體，而是最有名的一種銅鹽；我們普通稱牠爲藍礬。從前牠用在伏打電池裏的數量是很可觀的，我上次已經把這情形說給你聽過了。現在，我們還用電解法使銅從藍礬溶液裏沈澱出來呢，這不僅是爲了把物件鍍銅，主要的乃是爲了要做這種東西的精密模型。根據我昨天向你

說的那話，你一定可以明白這是怎麼一回事的。

生 我想，我已經弄明白了。我們使銅游子跟着電流走向銅應該沈澱下來的地方，而使電流在那場合繼續流將過去。

師 一點兒也不錯。由此你可以看出銅應該沈澱在牠上面的那種物件一定要能導電纔行。如果牠本身是不能導電的，那末，牠表面上就非塗上一層導電的東西不可；普通用的是石墨。

生 這種試驗一定是很有趣的。

師 並且也是很容易做的。我先做一個試驗，把最緊要的幾點告訴給你聽；你以後也可以隨心所欲地把別種東西拿來試驗呢。我把一塊白金片跟一塊銅片浸在硫酸銅溶液裏，白金片跟銅片上都是裝着金屬線的。我把白金片跟你的舊乾電池的鋅極連接起來——。

生 我怕牠不能再做工作了，我已經把牠用得太多了。

師 我想，我所要的那一點點電，牠總還可以供給呢。我把銅片跟另一電極連接起來而把白金片跟銅片一同浸在溶液裏，並使牠們在溶液裏不致接觸。現在，有了電流了，牠把銅根送到白金片上使牠在那兒變成銅沈澱下來了。而硫酸根卻依着相反的方向走到銅那方面去了。牠跟銅會發

生 什麼作用？你把從前看到過的情形（第三十七章）回想一下看。

生 哦，我知道牠們可以互相化合而重新構成功硫酸銅呢。

師 一點兒也不錯。如此說來，有多少銅在白金片上析出，就有多少新的銅會在陽極上溶解，所以溶液裏的硫酸銅含量老是不變的，而電流除掉把金屬從陽極上送到陰極上去以外，是不用做任何其他工作的。因此，我們就是用很弱的電池也已經行了。我現在把白金片拿出來——

生 對啦！光滑的白金片上多了一層紅銅了，這是很明顯的看得出的。

師 你可以用這個方法使銅洗滌在任何物體上面呢。你可以先拿我們前次用石膏做的硬幣模型（第五十三章）來試試看。你最好先用任何一種漆塗在牠上面，使銅溶液不致於侵進去。然後再用一枝軟鉛筆裏的石墨塗在漆的外面，而把一根銅絲圍住牠；銅絲是必須跟石墨互相接觸的。此外，你照着你剛纔看見的情形去做就行了。

生 我的確要來試一次呢。

師 你就是不用乾電池也行的。在丹尼爾電池裏，一方面會有銅析出，另一方面會有鋅溶掉，這你一定還記得的（第六

十四章)。所以你如果把你要鍍銅或做成模型的物體來代替銅片裝在丹尼爾電池裏的話，那末，你結果就等於是裝了一個特別電池了，因為鋅在丹尼爾電池裏會使銅從硫酸銅裏沈澱出來，並且會借助電流使銅恰好在你要牠沈澱下來的場合沈澱下來呢。

生 但這跟丹尼爾電池裏的原有情形究竟是不同的呀。在丹尼爾電池裏我可以強迫化學能變為電能；而現在要牠來鍍銅，那是怎麼一回事呢？

師 這兩種情形原是有密切關係的。因為你把鋅跟銅鹽的溶液隔開來了，所以你纔能得到電流的。正因為是如此，所以銅是不會直接沈澱在鋅上面，而是沈澱在陰極上的。（當鋅跟硫酸銅直接接觸時，銅纔沈澱在鋅上面呢）。這個方法不僅僅是在電鍍術上有用途，就是在銅的化學精鍊術上也是有用途的。我們用溶化法鍊得不純粹的銅之後，就把牠壓成銅板，把牠跟純粹的薄銅片相對着放在銅的溶液裏而使電流通過去；通電的方法須使不純粹的銅能溶解纔行，換句話說，就是要拿牠作為陽電極來通電纔行。於是在銅片上就有非常純粹的銅沈澱下來了，因為雜質或是不溶解的，或是變作泥似的東西沈到底下去了。並

且牠即使溶解了(例如鐵),也是不會在陽極上析出的。這種精鍊工作是很重要的,因為很少的雜質已經能使銅的導電性大大減少了(第六十四章)。——在其餘的二價銅鹽之中,我還要使你認識氯化銅呢。牠不含結晶水時是一種黃褐色的粉末,含有兩個結晶水時是一種藍綠色的晶體;但因晶體中含有母液,所以普通是綠色的。氯化銅的濃溶液是綠色的,而其稀溶液則是藍色的。

生 這跟什麼有連帶關係呢?

師 氯化銅在濃溶液裏是不完全分離的,所以除掉二價銅根的藍綠色以外,牠還會把沒有分離的氯化銅的黃顏色表現出來呢。溶液被沖淡時,後者就漸漸變為游子了,因此顏色也就變得更加藍了。此外,氯化銅就像鈷鹽一樣,也可以製成功一種從前人所謂的『同情墨水』呢。牠塗在紙上變乾之後,那晶狀氯化銅的藍綠色是看不出的;但加熱時會構成功不含結晶水的氯化銅,其深黃色是可以很明顯的看得出的。我們可以把這兩種溶液用巧妙的方法畫成風景,使牠在冷卻的時候宛如一幅冬天的風景,而在加熱的時候,卻可現出青的天、綠的樹木跟黃的草地,宛如一幅夏天的風景呢。

生 呵，那我一定要試試看呢。

師 氫氧化銅你也沒有見識過呢。我現在把氫氧化鈉溶液加在硫酸銅溶液裏，就有一種淡藍色的沈澱析出了，這就是氫氧化銅。但是我如果把溶液跟沈澱物一同放在火上燒若干時的話——

生 牠完全變成黑褐色了；那是怎麼一回事呢？

師 牠變成功氧化銅了：



氧化銅是褐色的。

生 氫氧化銅放在水裏能失掉水分，我覺得是很奇怪的。

師 從前其他的人也覺得這現象是可驚奇的。但事實上，氫氧化銅裏並不是含有水的，不過水是能由牠構成的罷了，猶之乎水能由氫氧爆炸氣構成功一樣。在大多數的羧化物是需要工作來促進水的構成的；但由氫氧化銅裏構成功水時是反而能做工作的，所以反應就能自動發生了。

生 如此說來，只有同時還能做工作的反應纔可以自動發生呢？

師 可不是嗎，否則，用不着消耗能就可以完成很多工作的機器（即所謂之永久運動）豈不是可以成爲事實了嗎。因

爲我們只須使這種自動發生的反應倒轉過來發生，就可以獲得工作而達到這個目的了。

生 唔，我看得出你的話是有理的，可是我還沒有完全明白呢。

師 你以後只要把牠單獨思維一下，你就會相信的。——銅放在空氣裏燃燒時，也是可以構成功氧化銅的。我這兒有一塊光滑的銅片，我把牠放到火裏去——。

生 哦，銅片的光澤變得多麼美麗呀！

師 這是薄片的顏色（第五十七章），乃是由銅固有的紅色轉變來的。氧化銅跟氫氧化銅在過剩的氫氧化鈉裏是不能溶解的；所以後者是沒有酸類作用的。但牠是能溶解在阿莫尼亞裏的。你試一試看。

生 溶液的顏色變得很深了，差不離是黑色的了。

師 你如果把溶液沖淡了的話，那末，你就會看出牠是透明的，藍得就像很美麗的矢車菊一樣的呢。牠含有一個由二價銅根和阿莫尼亞依照化學式 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{++}$ 構成功的新游子呢。

生 跟鎳的情形是完全相似的。顏色也是相似的。

師 不過在鎳要比較深些罷了。我現在再把碳酸鈉加到一種

銅溶液裏去。

生 構成功一種淡綠色的沈澱了。

師 那是碳酸銅；但牠跟以前的那些東西一樣（第五十五及六十三兩章），也是不純粹的，而是含有氫氧化銅的。因為在自然界中有些化合物的組成跟牠是相似的，所以我纔使你認識牠的。其中一種是鮮綠色的，牠的組成爲 $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$ 。名字叫做孔雀石；另一種是深藍色的，牠的化學式是 $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ ，名字叫做藍銅鑛。我們不但可以拿牠們來製造藝術品；並且還可以拿牠們來鍊銅呢。現在，我再做一種反應給你看看。我把少許酒石放到硫酸銅溶液裏去。

生 酒石是什麼東西？

師 酒石是一種叫做二羥丁二酸的鉀鹽。我現在如果把氫氧化鈉或氫氧化鉀加進去的話，那末，氫氧化銅就不會沈澱出來了；溶液仍舊是清的，不過顏色變成深藍色了罷了，這跟加進阿莫尼亞的情形是完全一樣的。這表示又構成功一種新的游子了。我不想詳細地告訴你牠是什麼了，因為你還沒有懂得有機化學，所以聽了也是不能了解的。但是我需要這溶液來做另一種試驗給你看看呢。是如果把

牠跟少許普通的白糖放在一起加熱的話，那是任何反應都不發生的。可是我如果把蜂蜜來代替白糖加進去的話——

生 液體變混濁了，樣子變髒了。牠現在顏色變淡了，似乎構成功一種紅磚色的沈澱了。

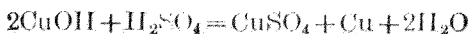
師 你瞧，我們可以利用這種藍色溶液來鑑別各種不同的糖類呢。那紅色的沈澱乃是一價銅的氫氧化合物或氫氧化亞銅。

生 牠是怎樣構成功的呢？

師 蜂蜜對二價銅的化合物含有還原作用，所以使牠變成功一價銅的化合物了。但是後者跟酒石是不能構成功含有溶解性的鹽的，所以氫氧化亞銅只得沈澱出來了。這是比較多量的紅色氫氧化亞銅。我如果把稀硫酸倒在牠上面來製造硫酸亞銅的話，那我是不能達到目的的——

生 氫氧化亞銅的顏色變得很深了，而溶液變成藍綠色了，好像有二價銅鹽在裏面呢。

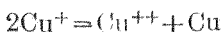
師 一點兒也不錯，事實上的確是構成功一種二價銅鹽了。反應是：



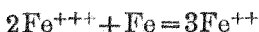
由一價的銅變成功二價的銅和金屬的銅了。

生 這倒奇怪呢。類似的情形我們還沒有遇到過呢。

師 可不是嗎。我們也可以這樣說：一價銅根在溶液裏是不穩定的，牠會變成功二價銅根和銅呢。方程式是：

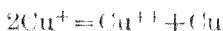


你如果把從前在鐵的一章裏所發生的適相其反的反應（第五十八章）回想一下的話，那你對於這事實或許比較能明瞭些呢。在那兒是三價鐵根和鐵變成功二價鐵根的：



生 是的，我明白了。因為反應是能隨着情形前進或後退的，所以兩種情形都是有發生的可能的。

師 對啦！但是我如果把鹽酸代替硫酸倒在氫氧化亞銅上面的話，那末，牠的顏色就不會變深，而會漸漸變淡，以至於變成白色了呢。構成功的東西叫做氯化亞銅（ CuCl ）。這種鹽是很難溶解的，所以在溶液裏是不能派出充分的一價銅根來引起這面的這個反應的：

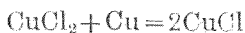


反之，我們卻能用金屬銅把二價銅的化合物變為一價銅

的化合物呢，這情形跟鐵是相似的。我把氯化銅用一隻小燒杯溶在濃鹽酸裏，加些銅屑進去，然後把牠來加熱。液體的顏色先是變得很深，後來卻變成淡黃色了。我如果把牠倒在很多的水裏的話，那末，就有一種雪白的沈澱析出了；這種沈澱是由氯化亞銅構成功的。

生 我還不能立刻就弄懂呢。

師 在鹽酸的溶液裏發生的反應跟鐵是相似的。這反應是：

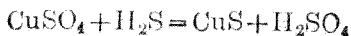


因為氯化亞銅一構成功之後就立刻跟鹽酸化合而溶解在鹽酸裏了，所以這個反應纔有發生的可能的。但氯化亞銅跟鹽酸構成功的化合物在很多的水裏是會分解的，所以氯化亞銅就析出了。這種化學平衡是很值得注意的。關於牠的解釋，你要在高深的化學課程裏纔能聽得到呢。今天，我只可以把反應告訴你，並把方程式寫出來罷了。——你先前看的氫氧化亞銅還有一種叫做氧化亞銅的縮水物呢？牠是很容易在氫氧化亞銅加熱時構成功的。牠出產在自然界中好多地方，鑛物學家稱之爲赤銅鑛，乃是一種很寶貴的鍊銅的原料。除此以外，銅在自然界中大都是跟硫黃以及其他的金屬（主要是鐵）化合在一起的。銅還可

以構成功硫化銅 (CuS) 跟硫化亞銅 (Cu₂S); 這兩種東西的組成跟氧化銅和氧化亞銅都是和類似的。

生 其中之一, 當我把硫化氫通到硫酸銅裏去的時候, 我已經看到過了。那大概是 CuS 吧?

師 對啦! 牠是由二價銅的化合物構成功的, 所以是 CuS (硫化銅):



第六十六章 鉛

師 鉛也是盡人皆知的金屬，任何人都從日常生活裏認識了牠了。你能舉出牠的那幾種性質呢？

生 鉛是很重的，牠比其他的金屬都軟，外表是混濁的灰色的，所以差不離從來不看見牠有金屬光澤的。牠容易融化，並且是有毒的。

師 這都說得對的。牠的密度是一一·四，牠的融點是三三〇度。鉛經過刀削之後，就可以把純鉛的外貌顯露出來了：牠的顏色約介於鐵鋅二金屬之間，乃是灰色的。牠表面上能很快的就蓋上一層薄薄的氧化物；但這層氧化物跟銅一樣，增加起來是很慢的，所以能保護鉛呢。牠對於空氣跟水的性質是很特別的。我現在把同量的新鮮鉛屑放在兩個同樣的容器裏，再倒進水去，而時時把牠搖搖。你看到一種區別嗎？

生 當然是看到的，一隻杯子裏的水比另一隻杯子裏的水混濁得多呢。

師 對啦！混濁的水本來是純粹的蒸餾水；另一種卻是井水。你瞧，有空氣在一起的時候，鉛在純粹水裏氧化起來比較在井水裏容易得多了。

生 鉛怎會知道水是從那兒來的呢？

師 牠可以從井水裏的雜質那裏知道呢。井水裏含有碳酸鹽跟硫酸鹽，這兩種質素可以構成功難溶解的鉛鹽，使牠沈澱在鉛上面來保護牠呢。但是鉛跟純粹的水只能構成功氫化物，而後者是不黏附在鉛上面的。這一點是很重要的，因為牠告訴我們，鉛管用於飲水跟家用的水雖然是很好的；但用於純粹的水或雨水就不相宜了。因為鉛的化合物是很有毒的，所以這是一個很有價值的事實。鉛在電動力次序中是介於鋅銅二者之間的，換句話說，就是鉛會被鋅從鉛鹽中趕走，但在另一方面，牠又能使銅從銅鹽中沈澱出來呢。鉛鹽裏含有無色的二價鉛根 (Pb^{++})。鉛對於酸類是比較穩定的；牠在電動力次序中所佔的位置，恰好能使氫氣從酸類裏跑出來，而牠構成功的鹽類大都是難溶解的。我們可以用什麼東西使牠溶解呢？

生 也許跟大多數的金屬一樣，何以用硝酸使牠溶解吧。

師 好；但這個方法也有一種壞處。我把濃硝酸倒在若干小鉛

片上：你瞧，反應是很弱的，並且不久就停止了。我就是把牠加熱也是無濟於事的。一定要等我加了很多水進去之後把牠來加熱，那末，纔會開始放出很多的氣體來，而使鉛溶掉呢。

生 你做的試驗都是很妙的。你做出來的結果，纔是跟我所期望的結果相反的。例如在這兒，人家也一定以為濃硝酸的作用當然是比弱硝酸強些的，孰知結果卻正是相反的呢！

師 我因為要使你在做結論時練成一種小心翼翼的習慣，所以纔故意把這種相反的試驗做給你看的。這種試驗使你知道，任何一種反應中總有許多不同的動因呢。這兒的特別動因是：當我們用濃硝酸處理鉛屑的時候，先是構成硝酸鉛；但硝酸鉛是不能溶解在硝酸裏的，所以就在鉛的表面上構成功一層保護物了。但當我們把水加了進去之後，保護物就溶解了。

生 我那裏會知道硝酸鉛在濃硝酸裏是如此難溶解的呢。

師 這你當然是不會知道的：鹽類在牠們固有的酸類裏比較在純粹的水裏要難溶解得多，這你從今天起可要記牢了。這是硝酸鉛在水裏的飽和溶液。我如果加些硝酸進去的話，那末，立刻就有晶狀硝酸鉛沈澱出來了，雖然溶液的

總體積比較加進硝酸之前是增加了。

生 這跟什麼有連帶關係呢？

師 這跟下面的這條普通定律是有連帶關係的，即任何鹽類在已經含有其游子之一的溶液裏總是比較難溶解些的。這條定律所根據的原理比較是很高深的，我現在還不能解釋給你聽呢。——現在，我們要回到鉛上去了。從我們剛纔用過的鉛溶液上你已經看出二價鉛根(Pb^{++})是無色的了。牠有一種甜味；但是我不建議叫你來嚐牠了，因為牠是很毒的。牠有一種特別討厭的性質；就是微量的鉛能漸漸聚在人的身體裏，以至於到最後毒性迸發，竟擴大成非常苦痛而持久的病呢。二價鉛根的化學性質和鋇根最來得相像。

生 牠也能構成功一種難溶解的硫酸鹽嗎？

師 牠們相似之處正在此。你把稀硫酸加在這兒的鉛溶液裏看。

生 是呀，立刻就有白色沈澱析出了。但是牠似乎比硫酸鋇容易沈澱下來呢。

師 這是因為鉛的化合物都有很大的密度的原故。你把鹽酸加在另一部分的鉛溶液裏看。

生 也發生了一種白色沈澱了。

師 牠並不像硫酸鉛這樣難溶解，因為你把牠集攏起來用熱水加以處理時，牠就溶解了。但在冷卻時，一大部分就又重新變為晶體析出了。析出的是一種有光澤的很美的長針狀晶體：你停會兒把這試驗做一次看。——現在，你試試看碘化鉀跟鉛溶液會起什麼作用。

生 有一種黃色的沈澱析出了。

師 就是牠也是在熱水裏比較在冷水裏來得容易溶解；所以當熱的飽和溶液冷卻時，牠就變為特別美麗的晶體析出了。

生 我應該怎樣把沈澱分開來呢？

師 你只要把全部的晶體跟溶液放在濾器上，使液體滴過去，然後再用純粹的水洗牠兩次，而把殘餘物放在濾紙上，讓其餘的液體滲透進去就行了。如果把牠放在一種能吸水的紙板（即普通用木纖維素所製之紙板）上，那就更好了。你現在把這幾種鹽的化學式寫給我看；你已經知道是二價的鉛根了。

生 硫酸鉛是 PbSO_4 ；氯化鉛是 PbCl_2 ；碘化鉛是 PbI_2 。

師 對啦！這兒還有一種鉛鹽；因為牠是甜的，所以牠有一個

很動聽的名稱叫做鉛糖呢。牠是鉛的醋酸鹽或醋酸鉛。牠是應用得最多的鉛鹽，因為牠比硝酸鉛還要來得容易溶解呢。我把牠溶些在水裏。

生 溶液是非常混濁的；這種鹽是不純粹的嗎？

師 牠有點兒被空氣裏的碳酸分解了。醋酸是一種弱酸，你是知道的；因為碳酸鉛是一種很穩定的鹽，所以碳酸能把醋酸趕出去呢。我把溶液來完全瀘清，然後把二氧化碳通進去。

生 有濃的沈澱析出了。

師 那是碳酸鉛(PbCO_3)，牠也出產於自然界中，牠的礦物名詞叫做白鉛礦。我如果繼續把二氧化碳通進去的話，那末，並不是所有的鉛都會變為沈澱的，因為等構成功的醋酸多到某種程度時，牠就可以溶解碳酸鉛了，所以後者就不能再沈澱出來了。這情形跟把硫化氫通到鋅溶液裏去的情形(第四十三章)是完全相似的。

生 如果我們從頭就加進充分的醋酸的話，那末，通二氧化碳進去時就得不到沈澱了。

師 說得好極了；停會兒你自己去做這些試驗吧。——碳酸鉛是一種重要的質素；牠可以跟氫氧化鉛構成功一種顏料，

這種顏料在日常生活中叫做鉛白，在普通的油漆裏跟繪畫時都是有用途的。鉛白雖然有不少的缺點；但要把牠完全棄諸不用是不易做到的，因為牠既有一種非常美麗的白色，又有很大的遮蓋力，而能造成一層很耐久的顏料呢。

生 牠有什麼缺點？哦，不錯，牠是有毒的。

師 對啦！這是牠最大的一個缺點。但是另外還有一種性質是值得注意的。我這兒有一張塗過鉛白的紙，我把牠放在裝硫化氫水的瓶口上一會兒。

生 立刻構成功一個褐色的斑點了。對啦！我想起來了，硫化氫能跟鉛鹽構成功一種褐色的沈澱呢。

師 這沈澱是由硫化鉛(PbS)構成功的。硫化鉛在硫化氫跟鉛白接觸的時候，總是很容易構成功的。蛋跟其他含有硫黃的有機化合物腐爛時，會構成功硫化氫，你是知道的；因此，鉛白油漆是很容易變成功褐色的。鋅白是沒有這個缺點的，因為硫化鋅也是白色的(第六十三章)。

生 我們為什麼不到處只用鋅白呢？

師 這是因為牠的遮蓋力不及鉛白的原故。鉛化合物有一種很大的折射率，所以薄薄的一層鉛白油漆已經可以把下面的顏色遮住，而使物體現出純白的顏色了。但我們總希

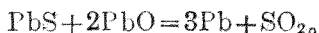
望鉛白以後不要再用作普通的油漆纔好，因為中毒的事是常常有得發生的。硫化鉛是最重要的鉛礦，所以我們現在還要在這兒逗留一會兒呢。你瞧，這就是硫化鉛，牠的礦物名詞叫做方鉛礦。

生 牠跟先前的那種沈澱完全是兩樣的，因為那種沈澱是褐黑色的，而這種礦物卻是灰色的，並且光澤是很像金屬的。

師 沈澱是由非晶狀硫化鉛構成的，而礦物是由晶狀硫化鉛構成的，這是牠們的不同之處。我們如果使前者結晶出來的話，那末，牠的樣子也就變的同後者一樣了。——我們如果要得到金屬的鉛，那是非把牠加以鍛燒不可的。

生 現在我一聽就知道是怎麼一回事了。方鉛礦放在空氣裏加熱時，硫黃就燒的變成二氧化硫了，而鉛則變成氧化鉛了。然後把氧化鉛跟炭放在一起加以融化，就可以得到鉛了。

師 我們在這兒還可以做得更加便宜些呢。我們起初如果不讓所有的硫黃都燒掉，而後來卻把氧化鉛跟硫化鉛一同來加熱（加熱時不可讓空氣進去）的話，那末，就可以發生下列的反應了：



你瞧，我們在這兒利用硫化鉛裏的硫來使氧化鉛還元呢。

生 這倒是怪有趣的呢。這個方法也可以用在別の場合嗎？

師 不，這個方法是只能鍊鉛用的，而原因是很複雜的。做到這一步，工作還沒有完全完成呢，因為這樣鍊出來的生鉛[⊙]⊙其中大都是含有銀子的；我們必須使牠們分開來，銀纔不至於損失掉呢。因此，我們纔把鉛放在淺爐裏來加熱（加熱時須輸入巨量的空氣），使牠變成功氧化鉛的。銀是一種貴金屬（第六十四章），所以是不跟氧氣互相化合的。並且在加熱時，融了的氧化鉛可以流出來，所以最後就只剩下銀了。

生 你還沒有把氧化鉛給我看過呢。

師 你瞧，這就是用這個方法鍊出來的氧化鉛。牠可以凝結成一種紅黃色的鱗狀物，名詞叫做鉛黃[⊙]⊙。此外，你還可以製造氫氧化鉛，並且觀察牠是否能溶解在氫氧化鉀或阿莫尼亞裏呢。

生 牠在氫氧化鉀裏是溶解的，在阿莫尼亞裏是不溶解的。牠是一種白色的沈澱。

師 對啦！因為牠跟氫氧化鉛或氫氧化鋅一樣，都是有弱酸

的性質的，所以纔能溶解在氫氧化鉀裏的。——我們如果把氧化鉛微微加熱的話，那末，過了許多時之後，牠就變成功這種質素了。

生 這是多麼美麗的紅顏色呀！牠的名詞叫做什麼呢？

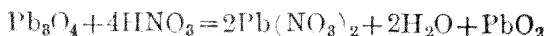
師 叫做鉛丹。牠的組成是 Pb_3O_4 ，是由氧化鉛吸收了空氣裏的氧氣而構成功的。我把稀硝酸倒在少許鉛丹上面——

生 啊呀，牠完全變成深褐色了。那是怎麼一回事呢？

師 讓我們立刻來研究研究看。我把液體加以濾過；你用稀硝酸試試濾過去的溶液看。

生 立刻有白色沈澱析出了，所以濾液裏是有二價鉛根的。

師 如此說來，硝酸把一部分的鉛從鉛丹裏取出來了。反應是：



那褐色質素的組成是 PbO_2 ，名詞叫做二氧化鉛。牠跟二氧化錳一樣（第六十章），也是一種含有很弱的酸性的化合物。牠在工業上的用途很廣；並且對於蓄電池也是極重要的；但我不想談到這上面去了。

生 可惜！

師 你以後自然會學到的。爲補償這個缺憾起見，我現在做一

種有趣的鉛鹽讓你見識見識。我如果把一種鉻酸鹽加到我的鉛溶液裏去的話，那末，就會有一種很好看的黃色鉻酸鉛(PbCrO_4)沈澱出來了。牠又叫做鉻黃，是一種常用的畫圖顏色。德國郵局裏用的汽車跟其他的用具都是用牠來油漆的。我們如果把這種黃色顏料裏的鉻酸抽掉一部分的話，那末，也可以得到其他種種的顏料呢。這些顏料的顏色是介於橙色跟紅色之間的，所以叫做鉻橙跟鉻紅。這些顏料就跟鉛白一樣，也是有毒的，並且是能受到同樣的變化的。末了，我還要用剩下來的醋酸鉛溶液做一棵鉛樹給你看看呢。我先把牠用水沖淡，然後放一根鋅棒進去。於是鉛就變為金屬析出了(本章)，並且結成功很美觀的葉狀晶體掛在鋅棒上了，看上去宛如一棵朝下生長的樹呢。由這個試驗裏，你可以知道金屬也能在適宜的條件之下結晶呢；但除了這一點以外，你就學不到別的東西了。但是鉛樹的樣子乃是極好看的。

第六十七章 汞

師 水銀你已經很熟了，所以我現在只要把關於牠的性質的各種精確數字告訴你就夠了。水銀在三九·四度時凝固或融解，在三五八度時沸騰；牠在零度時的密度是一三·五九五。牠在普通溫度下是不會在潮濕的或乾燥的空氣裏氧化的，但在三〇〇度或比三〇〇度略微高一點的溫度之下就會氧化了。但當我們把氧化汞的溫度熱得更高一點的時候，牠就重新分解為水銀跟氧氣了，這你早已知道了。總之，水銀乃是一種貴金屬。牠只當含有別種金屬時，纔沒有光澤呢；此時牠表面上會構成功一層灰色的膜，這層膜是由別種金屬的氧化物跟極細的水銀所構成的。由這一點上，很容易鑑別牠是不是純粹的。牠也不能從稀酸類裏把氫氣趕走；但是牠放在稀硝酸裏是會被侵蝕的。我把硝酸倒在一滴水銀上面而把牠加熱；你看到什麼嗎？

生 又有普通的那種黃色蒸氣放出來了，並且構成功一種沒有顏色的液體了。如此說來，汞根是沒有顏色的。

師 說得很好；不過我還得告訴你，水銀可以構成功兩種游子呢。依照汞的拉丁名字，一個叫做一價汞根 (mercurion, Hg^+) 一個叫做二價汞根 (mercuriion, Hg^{++})。前者是一價的，後者是二價的，這是不用說的。

生 這個名詞跟商人和賊之神 (Mercur) 有任何連帶關係嗎？

師 可不是有關係的嗎；人們因為牠是很活動的，所以纔把牠比作是這位很活動的神的。就是德文名字 Quick 或 Quicksilber 也是帶這種意思的。但是化學符號 Hg 卻是希臘名字 hydrargyrum (液態銀) 的縮寫。——水銀溶解在硝酸裏的時候 (尤其是當水銀過剩的時候)，先是構成功硝酸亞汞 (HgNO_3)。但是我們如果再把牠和更多的硝酸放在一起加熱的話，那末，一價汞根就會變成功兩價汞根而構成功硝酸汞 [$\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$] 了。

生 我們怎樣纔可以知道溶液裏究竟是含有那一種鹽呢？

師 這有種種不同的方法可以知道呢。你如果加進氫氧化鈉的話，那末，一價汞根就構成功氧化亞汞了；如試驗所示，氧化亞汞乃是黑色的。反之，如果溶液裏是含有二價汞根的，那末，結果就構成功氧化汞了，而氧化汞乃是黃色的。

生 我有很多問題要向您請教呢。第一，那是應當構成功銜化

物的呀。

師 起初也許是的確構成功羥化物的；但是牠們不久就失去水分而變爲縮水物了。你在銅的一章裏看到的慢慢發生的這種現象(第六十五章)，在這兒是進行得很快的，所以我們纔看不到第一步的作用的。因此，氧化亞汞是依照方程式 $2\text{HgOH} = \text{Hg}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ 由兩個化合量的汞跟一個化合量的氧氣構成的，而二價汞根原來是應當構成功羥氧化汞 $[\text{Hg}(\text{OH})_2]$ 的，但縮水之後卻變爲氧化汞 (HgO) 了。

生 我要提出的問題還沒有完呢；氧化汞的顏色乃是紅的，並不是黃的呀！

師 顏色是跟顆粒的大小有連帶關係的。牠從水溶液裏沈澱出來時，是一種細粉，所以是黃色的；你所看到的那種氧化汞乃是用別的方法製造出來的，所以是一種紅色的晶體。

生 顆粒的大小可以造成這樣大的分別嗎？

師 這是重鉻酸鉀的一種紅色晶體；你把牠磨碎了看。

生 可不是變成功黃顏色了嗎。

師 我再把一價汞根和二價汞根二者之間的另一區別試驗給

你看呀。我把鹽酸倒在我先前做的硫酸亞汞溶液裏。

生 有一種白色沈澱析出了。我似乎在什麼地方看見過牠的？看上去是很面熟的。

師 牠很像氯化銀，你大概是想起這東西來了。這種鹽叫做氯化亞汞；但是我們普通都照着牠從前的老名字稱之爲甘汞。我們拿牠做藥品來用呢；但用的時候是要小心的，因爲汞的化合物都是很毒的。——甘汞是很難溶解的，所以纔是不大毒的。牠的化學式是怎樣寫的？

生 因爲牠是含有一價汞的，所以應當是 HgCl 。

師 對啦！現在，你已經把最重要的一價汞的化合物認識了。氯化汞 (HgCl_2) 在二價汞的化合物之中是最有名而最重要的，我們也稱牠爲昇汞 (Sublimat)。

生 昇華 (sublimieren) 對於固態質素的意義和蒸餾對於液態質素的意義乃是相等的呀。

師 當然是的。我們製造氯化汞時用的方法 (尤其是在從前的時代)，最後總是使牠昇華的；所以 Sublimat 這一個普通的名字就變成這種質素的一個專門名詞了，這種情形是常有的。——氯化汞在水裏是不大溶解的；但溶液卻是最毒的。我們在醫藥上用一種非常稀薄的昇汞溶液來消毒，

換句話說，就是拿牠來殺死有害的微生物的胚胎呢；但是我們必須小心纔行，因為人也是很容易中水銀毒的。我如果把氫氧化鈉加在氯化汞溶液裏的話，那末，就會有一種黃色的氧化汞沈澱出來呢，這種東西我先前已經向你說過了。

生 我們也可以使牠變為紅色嗎？

師 可以的；只要把牠先燒到靠近牠的分解溫度，然後再把牠放在這個溫度燒一會兒，那末，牠就變為紅色了。我如果把碘化鉀加在氯化汞溶液裏的話，那末，我就能得到一種美麗的紅色沈澱了；這種沈澱可以溶解在過剩的碘化鉀裏變為一種極淡的黃色液體呢。這溶液不再含有二價汞根的反應了；特別是聽便我們加多少氫氧化鉀或氫氧化鈉進去，也不會有氧化汞沈澱出來了。你應該做一個什麼結論呢？

生 我的推論是二價汞根變成功別的東西了。但究竟是那一種東西呢？

師 這兒所發生的反應跟氰化鉀和二價鐵鹽所發生的反應（第五十九章）是有些相似的。最初構成功的紅色沈澱是碘化汞 (HgI_2)；碘化汞跟過剩的碘化鉀化合為一種鹽

類，此鹽類的組成爲 K_2HgI_4 ，其中所含之游子爲鉀根和汞碘根 (HgI_4^{2-})。如此看來，汞跟碘構成功一種複根了，所以汞是跑到陽向游子裏面去了，不再是陰向游子了，因此鹽基也不能再使牠變爲氧化汞析出了。

生 就好像鹽基不能使氫氧化亞鐵從黃血鹽溶液裏析出一樣。

師 一點兒也不錯。我們來把碘化汞本身認識得更清楚些，因爲牠的性質也是很值得注意的。這兒是比較大量的碘化汞。

生 這是多麼美麗的紅顏色呀！

師 我把這粉放些在試管裏而很小心的把牠加熱——

生 哦，這倒是出人意料之外的呢。牠整個忽然變黃了。

師 我如果再使牠冷卻的話，那末，紅顏色並不是跟着溫度的降低而立時出現的；牠先在若干場合形成紅色的斑點，這種斑點慢慢地擴大起來，經過若干時後就通通變成紅子了。

生 我們可以再使牠變成黃色嗎？

師 可以的，只要把牠熱到一二六度以上就行了。如果把牠熱得再高些，那末，牠就要融解而開始蒸發了。蒸氣在試管

裏較冷的場合會凝固爲黃色的晶體。你把牠們仔細觀察一下看。

生 又形成若干紅色斑點了。究竟是怎麼一回事呢？

師 這種現象你已經見識過了；在硫的一章裏(第四十一章)我曾經把這種現象向你敘述過了。碘化汞是一種同質二像的質素，換句話說，就是牠能夠結晶爲二種不同的晶體的。紅的一種在一二六度以下是穩定的，而黃的一種在一二六度以上和融點以下是穩定的。所以當紅色的晶體熱到一二六度以上時，牠就變成黃色了；而黃色的晶體冷卻時，就又變成紅色了。但後一種轉變是進行得很慢的，這種情形在固態質素是常常發生的，甚至於照例是要發生的呢。

生 我只不懂蒸氣在試管裏較冷的場合，爲什麼不構成紅色晶體而只構成黃色晶體呢？

師 這又是一個例子，即不穩定的形式總是最先構成功的。我還可以就碘化汞用另一方法把這種情形試驗給你看呢，因爲顏色的差別在這兒很大，所以是比較易於觀察的。我們如果把碘化汞溶解在酒醇裏，而讓酒醇慢慢地蒸發的話，那末，牠就變爲紅色的晶體析出了，因爲牠在這兒可

以有充分的時間轉變呢。但是我們如果把酒醇溶液倒在水裏的話，那末，牠就很快的析出了。你瞧，牠現在並不是紅色的了。

生 但析出的也不是黃色的，而差不離完全是白色的晶體呀。

師 因為牠的顆粒太細了，所以纔是這樣的；硫黃磨成很細之後也是白色的，這你是記得的呀。我如果把這白色的乳狀物放在日光裏的話，那末，被日光照着的那一面就會變成紅色的呢。

生 是的，我是看見的。這又是什麼原因呢？

師 白色沈澱是由不穩定的黃色碘化汞構成功的；牠轉變為穩定的紅色碘化汞的速度是可以被日光所促進的。日光可以促進反應速度，這一類的情形是很多的。許多顏料在日光裏會褪色，這你一定是知道的。這大都是因為顏料被空氣中的氧氣所氧化了的原故；這種氧化作用沒有日光也是會發生的，不過在日光裏進行起來要快得多罷了。現在，我們要離開碘化汞，而來認識汞的另一種叫做硃砂^{◎◎}的化合物了。

生 我從我畫圖的顏料盒裏已經認識了硃砂了。牠是一種美麗的紅顏料。

師 牠是硫化汞 (HgS)。我把少許硫化氫溶液很小心的加在氯化汞溶液裏——

生 有一種白色沈澱析出了。

師 我把硫化氫溶液漸漸多放些進去，你瞧，沈澱由白色變黃，由黃色變紅，由紅色變褐，而終於變成黑色了。這是因為硫化汞可以跟氯化汞構成各種不同的化合物的原故；這種化合物裏含的硫汞愈多，那末，牠的顏色也就愈深。等到最後沈澱變成功黑色時，就是純粹的硫化汞了。

生 但是你剛纔告訴我牠是硃砂，而硃砂乃是紅色的呀。

師 黑色的硫化汞是一種非晶狀的硫化汞；我們如果使牠結晶的話，那末，牠就會變成紅色的硃砂了。硃砂可以構成功比較很大的晶體出產在自然界中；牠的顏色是偏於金屬的灰色一方面的；但是磨或細粉之後，就變成功紅色的硃砂了。我們也能用人工的方法使硫化汞結晶呢。硫跟汞二元素是很容易化合的；我如果照着牠們的化合量把牠們一同放在乳鉢裏磨上許多時的話，那末，我就得到一種黑色的非晶狀硫化汞了。這個作用在加熱時進行得還要更加快些呢。

生 因為牠老是先構成功的，所以牠在二者之中大概是比較

不穩定的那一種吧？

師 一點兒也不錯；黑色硫化汞可以自動的，換句話說，就是不用消耗工作就能變為黑色硫化汞呢，而後者是從不會自動的變為黑色硫化汞的：由這一點上，我們就可以知道黑色硫化汞是比較不穩定的一種了。我們如果使紅色硫化汞先變為蒸氣或溶液的話，那末，牠也會變成功黑色硫化汞呢。我們得到的這種東西在加熱時很容易昇華；當牠很快的冷卻時，牠就變為黑色硫化汞了。但我們如果使昇華過去的東西在高溫度時多放一會兒的話，那末，牠就變為色紅硫化汞了。——硫化汞是最重要的汞礦；我們可以用種種不同的方法從牠裏面提煉水銀呢。

生 不能把牠像其他的金屬硫化物一樣的加以鍛燒嗎？

師 這當然是可能的；鍛鍊時，硫黃會燒成二氧化硫，而水銀就分離出來了，牠在這種情形之下是不會氧化的。但困難是在於牠同時是要會蒸發的；所以我們必須使水銀蒸氣通過大的空室或管子時凝結起來纔行。因此，我們也把汞礦跟鐵放在一齊加熱呢；於是鐵跟硫黃就化合了，而汞就蒸餾出來了。這樣出來的水銀蒸氣容易凝結得多了，因為牠裏面沒有其他的氣體的。最後還有一種方法，就是把

汞鏽跟石灰放在一起加熱。在這方法中，先是由於交互作用而構成功硫化鈣跟氧化汞；但是後者不久就分離為金屬汞跟氧氣了；而氧氣是可以使常常混在一起的有機質素氧化的。採用這個方法時，水銀蒸氣也是容易凝結的。末了，你告訴我水銀有些什麼用途呢？

生 許多儀器裏，例如氣壓計跟溫度計之類，都是要用水銀的。牠的化合物在醫藥上是有用途的。除此以外，我記得我們還用水銀做鏡子呢；但是怎樣做法我就知道了。

師 鏡面上塗的是水銀跟鋅構成功的一種汞齊。汞齊是水銀跟金屬的合金；其中有一部分是液體，有一部分是固體。水銀對於物理學跟化學的發展，在過去及現在都是有重大意義的。除掉你舉出的那幾種儀器以外，還有壓力計跟其他許多重要的電學儀器裏都是要用水銀的。水銀所以有這許多用途，都是因為牠是一種貴重的——在化學的意義上即是不易被侵蝕的意思——液態的，很重的金屬的原故。

第六十八章 銀(一)

師 今天我們談到銀了。

生 這又是一種盡人皆知的金屬。我們爲什麼沒有一開始就討論銀的呢；否則，我學起來也許要容易些呢。我過去所學的東西雖不算難；但是學的時候。倒要十二分的留神纔行呢。

師 我們不照過去的方法開始，可以照什麼方法開始呢？我如果要討論銀的化合物的話，那我是非先知道氧氣，氮氣，硫黃以及其他一切非金屬不可的。

生 這是的確的；金屬是不常常單獨出現的；就是要知道怎樣可以得到牠們，那也是非先認識其他的元素不可的。——現在，我知道銀是一種白色的貴金屬，牠能發出美麗的光澤，並且是很值錢的。銀究竟是爲什麼原故值錢的呢？

師 只因爲牠的產量是不十分豐富的罷了。如果銀鑛是純粹的話，那末，從這種鑛裏鍊銀大都是不很費錢的。但是純粹的銀鑛是很少見的。因爲銀的價值很貴，所以含銀不多

的鑛物我們也拿來利用；但是提煉的成本當然也相當的提高了。你在貨幣跟器皿中看到的那種銀子並不是純粹的；牠是含有十分之一的銅的。純粹的銀子質地太軟，所以很容易弄彎跟劃出痕路來；加進銅去就可以使牠變得硬些了。銀在空氣中會在怎樣的情形之下失掉牠的光澤，你還記得嗎（第四十一章）？

生 記得的；牠遇到硫黃就會失掉光澤了。

師 對啦。大部分的銀鑛也是牠跟硫黃的化合物。白色的，有金屬光澤的銀並不是唯一形式的銀。我們如果使牠從牠的鹽類溶液裏被鋅或其他比較更不貴重的金屬趕出來的話，那末，就可以得到灰色以至黑色的各種形式的銀了。我們在特殊情形之下，甚至於可以製造銀的膠體水溶液呢。這種溶液的顏色可以是紅褐色以至於灰褐色的，那是看情形而定的。我們可以拿牠常做藥品用呢。銀在稀硫酸裏是不溶解的；但放在硝酸裏卻可溶解為硝酸銀呢。

生 硝酸銀是氯根的試藥，我已經認識過了（第三十七章）。牠是一種清水似的溶液，所以銀根是沒有顏色的。

師 一點兒也不錯。銀只能構成一系化合物；銀根(Ag^+)和鹼

金屬游子都是一價的。

生 可是兩者的關係是很疏遠的。

師 牠們的關係比我們所想像的要接近得多了，因為各種鈉化合物跟相應的銀化合物是有同樣的品狀的。——關於銀根我還可以告訴你，牠是非常毒的。

生 這是什麼話呢？我們不老是在用銀羹匙和其他的銀用具嗎。

師 這個問題應該你自己去回答的。銀是一種貴金屬，所以牠變成游子的傾向或本領是很小的，而且在家庭裏應用牠的場合，牠簡直是沒有機會變為游子的。並且人的身體裏到處都是氯根的，所以牠們可以化合為很難溶解的氯化銀而因此變的沒有害處了呢。銀游子要進到身體裏之後纔有毒呢；但牠的毒性卻是十分厲害的。從前的人把硝酸叫做地獄石，就是因為這個原故。

生 我想起我曾經給地獄石錠灼傷過一次；並且傷處後來完全變成黑色了呢。

師 那是因為後來受了日光的影響的原故。大部分的銀化合物在日光裏是會分解的，特別是有有機質素在一起的時候。分解後，黑色的金屬銀就分離出來了。以後我們還要

多多的談到這種性質呢，因為攝影術就是建築在這種性質上的。硝酸銀(AgNO_3)是最有名的一種銀鹽；牠可以結晶為不含結晶水的大晶體；這種晶體在水裏是很容易溶解的。溶液的反應完全是中性的，並不像大多數重金屬的鹽類是有酸性作用的。這可證明氫氧化銀是一種很強的鹽基。

生 否則，水會使硝酸銀分解為酸跟鹽基兩部分呢。

師 對啦。氫氧化銀跟相應的汞化合物兩者的情形是相同的：我們用氫氧化鈉洗滌下來的東西乾了以後，就變成功一種縮水物了，即氧化銀(Ag_2O)是也。我加些氫氧化鈉在硝酸銀溶液裏——

生 這褐色的沈澱是氧化銀嗎？

師 是的。牠是一種不很穩定的質素。我如果把少許乾燥的氧化銀放在試管裏加熱的話，那末，氧氣不久就會跑掉，而使海綿狀的白銀臍下來了。氧化銀比較氧化汞容易分解得多了。

生 所以銀子比汞還要貴重呢。

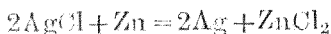
師 這是一點兒也不錯的，因為銀跟氧無論在什麼溫度之下都是不會構成功氧化銀的。只當我們在一定的情形跟高

壓之下使氧氣對於海綿狀的銀發生影響的時候，牠們纔可以化合呢。在銀的其他鹽類中，你已經親眼見識過牠的鹵素化合物了。

生 是的。牠的三種鹵素化合物都是很難溶解的。氯化銀是白的，溴化銀也是白的，碘化銀卻是黃的。銀根和這些元素的游子接觸時總是會構成功這三種東西的。

師 對啦。這些化合物都比較氧化物來得穩定。牠們就是放在空氣裏加熱，也是不至於分解的。牠們很容易融解；氯化銀凝固之後，並不像大部分的鹽類是脆的，而是跟獸角一樣可以用刀削跟用刀切的。因此，礦物學家就把天然出產的氯化銀叫做角銀鑛了。我們在化學實驗室裏做分析時，常常聚集了許多的氯化銀，很想把牠再變成其他的銀化合物。我現在把一個很容易做的方法試驗給你看。這個坩堝裏起初是放的氯化銀；我後來把稀鹽酸倒了進去，並且在中間放了一根鋅棒。你瞧，鋅棒的四周已經構成功一圈灰色銀了。剩下的氯化銀到明天就通通還元了，這究竟是怎麼一回事呢？

生 鋅使氯化銀變為金屬的銀之後，牠本身一定是跟氯化合了。因為鋅是二價的，所以方程式是。



你在點頭，可見得這個方程式是寫得對的。但是請您解釋一下看，鋅怎能使坩堝四邊的氯化銀還原的呢？牠並不能跑到那場合去呀。

師 你只要注意到還原作用並不是在氯化銀溶液裏任何一處發生的，而是由鋅棒上向外發展的，那你就可以知道其中的原因了。鋅先使跟牠直接接觸的氯化銀照着普通的方式還原，後來卻跟銀和氯化銀構成功一種濕電池了，於是就有電流發生了。電流把氯化銀的氯根送到鋅棒那兒去了之後，就構成功金屬銀跟氯化鋅了。這兒的化學反應跟丹尼爾電池裏的反應是完全相似的（第六十四章）。

生 我們的確可以證明裏面是有電流的嗎？

師 你剛纔覺得很奇怪，並且提出來問我，為什麼沒有鋅的地方也可以起還原作用。這個事實正是有電流的一種證明，因為牠是由電流而發生的呀。已經變為金屬的銀是一種導電體，氯化銀的還原作用就是由牠來促成的。你可以做這樣的一個試驗。你如果一方面把鋅棒把濾紙包起來，使牠跟氯化銀絲毫也不接觸，另一方面再用一根最好是用白金或銀子做的細絲從鋅棒上通到氯化銀稀漿裏去的

話，那末，灰色的金屬銀就不會在鋅棒四周圍，而在細絲的四周圍析出了。

生 是不是因為電流是在細絲那兒進去的呀？

師 不，電流是在那兒出來的，因為正電流是由析出的銀穿過細絲而進到鋅棒裏去的。你如果把細絲切斷而接一個電流計在中間的話，那末，你就可以從擺動的指針上直接看出電流了。——現在，我們要來稍微認識認識氯化銀的溶解情形了。

生 我記得可以溶解在一立水裏的氯化銀只比千分之一克多些罷了。

師 一點兒也不錯，是 0.0015 克。我如果加進阿莫尼亞的話，那末，可以溶解的氯化銀就多得多了。這一隻玻璃杯裏的氯化銀是由硝酸銀加氯化鈉沈澱出來的；你瞧，我把阿莫尼亞加進去之後，溶液就變成澄清的了。這是什麼原故呢？

生 也許是因為阿莫尼亞和銀根構成一種新的游子了吧。

師 你猜得不錯；新游子的組成是 $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ 。除此以外，氯化銀也可以溶解在硫代硫酸鈉（第五十一章）裏呢。這也是構成功一個新游子了；但是這一次卻是由硫代硫酸

根和銀構成功的一個陽向游子。關於牠的組成，我們還沒有完全弄清楚，因為牠們也許可以同時構成功好幾種化合物呢；但是氯化銀可以溶解在硫代硫酸鈉裏卻是千真萬確的。你自己來做一個試驗看。

生 是的，牠立刻溶解了。

師 這個作用對於攝影術是很重要的；等我以後把攝影術的詳細情形向你說明時，我們還要回到這個問題上來呢。

生 我們真的要照相嗎？

師 當然是真的呀。在照相的時候，可以使我們學到許多化學知識呢。但是我們事先還得把銀的其他鹵素化合物稍許認清楚些呢。溴化銀你在從前已經認識過了。牠在硫代硫酸鈉裏雖能充分的溶解，但在阿莫尼亞裏只能溶解一小部分；由這一點上，我們就可以知道牠比氯化銀要來得難溶解呢。

生 阿莫尼亞和硫代硫酸鈉取去的都是銀根，牠們對於溴化銀的作用怎會有分別的呢，這我可不懂了。

師 正因為取去的是銀根，所以纔有分別的。銀根是不會完全給阿莫尼亞取去的，牠總有一小部分贖下來的。贖下來的這一小部分，對於氯化銀的溶解度是不成問題

的；但是對於溴化銀的溶解度就相當有影響了。我已經向你說過了，一種鹽類在含有牠的游子之一的溶液裏要比較難溶解些；溴化銀就是這個情形。

生 牠和硫代硫酸根的情形是怎樣呢？

師 硫代硫酸根把溴化銀溶解得更多些，因為牠取去的銀根比較阿莫尼亞取去的要多得多了。換句話說，就是被牠取贖下來的那少許銀根對於溴化銀的很小的溶解度簡直是不成問題的。碘化銀的情形又不同了；牠比較溴化銀還要來得難溶解呢。牠溶解在阿莫尼亞裏的分量簡直是量不出來的；就是在硫代硫酸鈉裏也是溶解得很少的。反之，牠在氰化鉀裏是容易溶解的。

生 牠溶解在氰化鉀裏的時候會發生什麼反應呢？

師 發生的這種反應，你已經認識過好幾種例子了 我們先來做幾個試驗。我加少許氰化鉀在我的銀溶液裏——

生 析出的沈澱跟氯化銀是完全相似的。

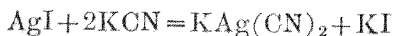
師 沈澱是氰化銀 ($\text{Ag}(\text{CN})_2$)。我如果多加些氰化鉀進去的話，那末，所有的沈澱就又通通溶解了，而溶液就不再表示銀的反應了。現在，無論是加氯化鈉或加氫氧化鈉進去，都不致於引起變化了，

生 這跟構成功黃血鹽或紅血鹽的情形是完全一樣的。

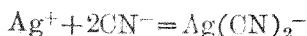
師 說得很好；這確是一種完全相似的反應。方程式是：



如此看來，乃是構成功銀氰根 $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ 的鉀鹽了。銀
 $\ominus \quad \ominus \quad \ominus$
 氰化鉀溶液裏所含的銀根比較硫代硫酸鈉溶液裏所含的
 還要少，所以牠也可以依照下面的方程式由氰化鉀跟碘
 化銀構成功呢：



如果只寫出游子的話，那就是：



你數一數加號跟減號是否相符的（第六十章）。

生 左面是一個加號跟兩個減號；所以是多一個減號；右面是
 一個減號；兩邊相符的。

師 銀氰化鉀的溶液在工業上還有另一種意義呢。銀可以從
 牠裏面因電流的作用而在陰極上析出；這樣得到的銀是
 很光滑的，其品狀是沒有從硝酸銀溶液裏析出的銀那樣
 顯著的。因此，我們常用這種溶液用電鍍的方法把銀鍍在
 其他金屬做的物品上面呢。因為這種方法在家用器皿的
 製造上應用得很廣，所以一個很大的工業是建築在銀氰

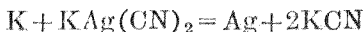
化鉀的這種性質上面的，關於這個問題，還有幾點要提出來談一談呢。銀氰化鉀的游子是什麼？

生 是鉀根(K^+)和銀氰根($Ag(CN)_2^-$)。

師 你瞧，走到陰極上去的並不是銀而是鉀。銀所以能在陰極上析出乃是基於一種副作用上的（第三十五章）。

生 是的，我想起來了。鉀在陰極上是不能存在的，所以出現的一定是另一種東西。那一次出現的是由水裏分解出來的氫氣。

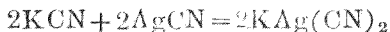
師 這兒出現的是由銀氰根裏分解出來的銀。我們可以把方程式寫成這樣：



銀析出之後，一個銀氰化鉀就變成二個氰化鉀了。失掉電荷的銀氰根在用銀做成的陽極上會發生下列的反應：



換句話說，就是在那兒構成功二個氰化銀。可是在我們把溶液攪拌的時候，兩者又化合為銀氰化鉀了：



所以溶液的濃度在這兒也是始終不變的，這跟硫酸銅的簡單情形（第六十五章）是完全一樣的。

生 氰化銀既是難溶解的，牠起初爲什麼不析出嗎？

師 因爲溶液裏的氰化鉀總是過剩的，所以牠纔不析出的。

第六十九章 銀(二) 攝影術

師 今天我想給你一點特別的享受了；你該學習照相了。

生 我早就希望學習照相了；不過我總以為照相是很難的。

師 好像照相這一類的事情，其難易乃是隨着我們想能達到的圓滿程度而定的。要把任何一張相片印得清清楚楚的，在事實上並不是困難的。我先給你一張拍照相用的底片看看；牠現在已經不能用了，因為牠已經見了光了。

生 牠是一塊玻璃片，一面塗着一層東西，這層東西就好像是乾了的乳酪似的。

師 那是一層無色的膠，其中含有極細的溴化銀呢。製造這種玻璃片的方法是：先把溴化鉍加在微溫的膠溶液裏，然後再在暗處加若干硝酸銀進去，但須使賸下少許溴化鉍纔行。這樣一來，就有溴化銀沈澱出來了；但沈澱出來的溴化銀起初還不能造成有感應度的底片，換句話說，就是用牠做的底片需要很多的光纔能拍出照片呢。感應度經過較長時間的加熱後漸形增加，而製造者是可以根據某種

記號判斷這項工作是否已經完成的。在牠已經完成以後，他們就讓沈澱物冷下來；等膠凝固之後，就把整個兒的固體切成長片而把牠加以洗滌。

生 爲什麼要洗滌呢？

師 爲的是要把構成功的硝酸銨跟過剩的溴化銨通通洗掉；因爲這些質素是有壞影響的。洗了之後，就再把固體來加熱；等牠變成液體之後，就把牠澆在玻璃板上，於是牠就在玻璃上凝固而變乾了。這就是用溴化銀膠做的乾片，
⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙
這一切工作一定要放在黑暗的場合或紅光之下來做纔行呢。

生 爲什麼要在紅光之下做這一切的工作呢？

師 因爲紅光對於底片的影響最小的原故。再則，我們也有一種澆底片用的機器，可以無須乎我們加以注意就能做這一切的工作呢。在這個底片匣裏，我就有一張這樣的底片。底片匣的前面有一個滑門；我用照相機照相的時候，可以把牠抽上去的。照相機是什麼你是知道的。

生 是的，我知道我們可以用照相機裏的透鏡得到一切東西的倒影呢。

師 這對於我們是暫時夠用了。透鏡是裝在照相機的前面的；

因爲照片只在透鏡有一定的距離時纔會清楚，所以我必須隨着距離的遠近而把牠調準纔行。但是照郊外的風景時，透鏡是有一固定的地位的，這地位對於遠處的一切物件都是正確的。現在我把透鏡的開關關上，把底片匣放在牠的位置上，把滑門抽上來，而把開關開一會兒。

生 開關須開上多久呢？

師 那是由透鏡跟光的強弱來決定的。用化不了多少錢就可以買到的簡單的照相機在室外的太陽光之下照相時，只要把開關撇一撇就可以得到適當的露光了。如果在房間裏，那就需要幾秒鐘了，並且房間裏愈暗，時間就要愈長纔行。我把外面的風景從開着的窗口上拍下來了；我們現在要去把底片顯影了——

生 這兒除去了紅燈以外我什麼東西也看不見。

師 你的眼睛立刻就會習慣的。因爲我須把底片拿出來工作，所以有效的光是不能讓牠射進來的。我們如果沒有正式的暗室的話，那就要等到晚上來工作了。我先把顯影液倒在一個平底的盤裏。

生 顯影液是什麼？

師 顯影液是一種含有許多質素的混和物；牠有一種性質。可

以使溴化銀還元，換句話說，就是使牠變為金屬的銀和溴根呢。其中所起的化學反應，你現在是不能夠了解的，因為牠是關於有機質素方面的；並且我剛纔告訴你的話暫時也已經夠用了。溴化銀有一種性質。即牠被光照得愈強的話，那末，牠還元起來也就愈快。你把放在顯影液裏的底片看看看；牠在紅光裏看上去當然也是紅的。

生 牠有一個場合變黑了。

師 那是照着天空的場合，那場合的光線最強，所以黑銀是在那兒分離出來的。現在，你可以看到別的場合也有黑線跟斑點出現了；那是相片裏照到的其他東西。

生 我認不出什麼來。

師 這是一張底片；因為照着光的場合在底片上是黑的，所以牠跟實際的情形恰恰是相反的：明亮的變成黑暗，黑暗的變成明亮了。我使顯影的手續一直續繼到底片將近完全變黑了為止。然後我把底片好好加以洗滌，而把牠放到含有硫代硫酸鈉溶液(1:5)的另一個盤裏去。

生 這溶液有什麼用途？

師 溴化銀能溶解在牠裏面你是知道的；但是金屬的銀在牠裏面是不能溶解的。因此，底片上賸着的溴化銀通通溶掉

之後，相片就變為黑色的銀留下來了。

生 底片也完全變黑了。

師 等牠的另一面也變黑之後，我們的工作就完成了。底片還得再洗滌一次，我們就可以把牠拿到日光裏去了——我把牠對着亮的窗口拿着，你能看到什麼嗎？

生 上面黑的場合是天空嗎？哦，我現在看見那一邊的房子跟樹木，以及下面的舖街石了。還看到幾個人呢，但是他們小極了。那真有趣呢！

師 要把底片完全做好，還得把所有的硫代硫酸鈉通通洗掉呢；所以我把底片放在一個盤裏，使水慢慢的在牠上面流過去。至少要把牠這樣浸在水裏半個鐘點纔行呢。在做這工作的時候，你必須加以注意纔行；因為膨脹了的膠膜是很容易弄壞的；你只能拿住底片的邊，而最好是少去動牠。等牠洗好之後，你還得把牠垂直的豎在那兒，讓牠收乾纔行；這要經過許多鐘點呢，因為你是不可以把牠加熱的，你如果把牠加熱的話，膠質物就要變成液體，而整個的相片就要溶掉了。

生 哦，那我還得等上許久呢。

師 我帶來一張以前就已經洗好了的底片。你可以用牠來學

習印出真正相片來的方法呢。我們稱這種手續爲晒照片。市面上有兩種現成的紙出賣，一種是晒照片用的，一種是顯影用的。第一種紙上塗的是氯化銀（跟其他各種質素）。氯化銀有一種性質，可以在光中變成黑色，這你是知道的（第三十七章）。另一種紙上塗的東西跟溴化銀底片上塗的東西是相似的，不過牠的感應度小得多就是了；牠經過短時間的露光之後，可以跟普通底片似的顯影呢。我們先拿一張用氯化銀做的照相紙來晒照片，晒照片時，須把底片放在一個恰好容得下牠的專門晒照片用的木框裏；木框背面有一木板；木板是被彈簧壓在木框裏的。我先把底片放在木框裏（有膠的一面是朝裏放着的），然後把有感光性的照相紙放在底片上（照相紙上有膠的一面是朝外放着的），然後再把木板放上去，而把彈簧揷在牠上面。

生 木板爲什麼要分成兩半呢？

師 木板分爲兩半，就可以觀察相片已晒到什麼程度了。我們只要把一個彈簧拿下來，把木板上活動的那半翻過去，就可以看得到見照片了；看過之後，又可以把木板完全關上，而照片是不會移動的。我把木框放在很亮的光

裏；我們趁這個空當用另一張底片放在顯影紙上晒一張照片出來。

生 那我們得走到暗室裏去吧？

師 那是不必的；顯影紙的感光性很小，我們只要在房間裏一個暗角落裏來處理牠就行了；但一切動作是非敏捷不可的。我把一張顯影紙照剛纔那樣放在木框裏；但是紙包裹廢下的顯影紙我得立刻把牠包起來纔行；牠如果敞在那兒見了光的話，那就不能用了。然後，我把牠放在窗口上的日光裏晒牠幾秒鐘，（露光時間的久暫，顯影紙的紙包裏普通都有說明書的）。而再回到暗角落裏去顯影。

生 讓我看顯影紙上有沒有照相？

師 還看不見什麼呢，這情形跟露過光的底片是一樣的。我現在把顯影紙放在一個盤裏（有膠的一面須朝上放着），用水把牠浸濕，然後再敏捷地把顯影液倒在牠上面，於是照相就很快的顯出來了。

生 胡拉，照相已經出來了。這多麼有趣呀！

師 我把牠趕快放在一盤稀醋酸裏，使顯影的程度不至於太過分了，然後，我只要把牠如同處理底片似的先放在硫代硫酸鈉裏，次之再加以洗滌跟弄乾，那末，一切手續就通

通完成了。你瞧，這張相片太黑了，這證明我把牠露光露得太長久了。停會兒你再晒一張出來看看，但是露光的時間也許只要有剛纔一半就夠了。

生 另外那張相片不知道變成什麼樣了？

師 讓我們來看看，牠恰好晒好了。

生 我看這張照片也晒得太黑了。

師 停會兒等牠完全洗好以後，牠自然會變得淡些的，所以現在是非把牠晒得比較深一點不可的。我把牠先放到普通的水裏去。

生 水變成牛乳一樣了。

師 紙上塗的有硝酸銀；硝酸銀溶解之後就跟普通的井水或自來水裏含的氯根構成功氯化銀了。然後我把牠放在硫代硫酸鈉裏，去掉過剩的銀鹽。

生 照相完全變成黃褐色了。

師 牠跟顯影紙上的照相一樣也是由銀構成的；不過這一種形式的銀是非晶狀的，並且是褐色的罷了。因為這種顏色是不很雅觀的，所以我們還得把照片鍍金或染成金色呢。

生 這是什麼意思？

師 很細的黃金是藍紫色的。我們把相片放在含有金鹽的溶

液裏。因為金比銀貴重，所以牠就被銀洗澱出來而把銀的位置代替了。我把相片放進去，你瞧，牠的顏色慢慢變了，並且愈變愈紫了。等牠獲得牠應有的顏色以後，我就把牠拿出來，先把牠加以洗滌，然後再把牠弄乾。於是這張照片也就完成了。

生 這張照片的手續要比先前那張相片的手續多些呢。

師 當然是要多些的；但是這種紙比較容易晒成好的照片呢。停會兒你如果把兩張相片比較一下的話，那末，你就可以看出用氯化銀照相紙晒出來的照片比較用顯影紙晒出來的照片要詳細得多了。再則，我得告訴你，我因為要使你易於明瞭起見，所以告訴你的一切手續跟普通是不大一樣的。普通總是把顯過影的照片用水洗了以後，就立刻把牠鍍金的，而且要臨到最末尾纔定像呢。但是這樣一來，就不能明白地看到顏色的變化了。

生 到末了照片應該洗滌多麼久呢？

師 你如果有流動的水的話，那末，半個鐘點就夠了。否則，你就得把牠放在盤裏洗上一點鐘之久纔行，並且每隔十分鐘或十五分鐘必須換上一次新鮮的水呢。

生 末了，我還要知道一切溶液是怎樣配合的呢。

師 我勸你還是先買些現成溶液來用吧，因為這樣一來，你就可以保證你自己不至於弄錯了。只有硫代硫酸鈉溶液是要你自己用五份水跟一份硫代硫酸鈉來配合的。如果你的父親要送你一隻照相機跟所有的附件的話，那末，他起初送你一隻廉價的，用的底片只有 9×12 厘米大小的照相機就行了，因為你一定得先糟塌許多底片，纔會照得好呢。你總記住，最初每次只要拍一張就夠了，並且拍過之後就趕快把牠洗出來。這樣一來，你就可以把每次的工作情形好好記牢了；並且第一次如果做錯了什麼的話。那末，第二次你就可以避免這種毛病了。以後，你再去向你父親要一本比較大部的攝影教科書，而自己來配各種的溶液。等你對於這一切工作通通有了把握之後，你甚至於可以進一步自己來澆底片呢。就經濟的立場來說，這雖是不合算的；但是你可以學到很多的知識呢。

第七十章 錫

師 錫也是一種盡人皆知的金屬。錫本身雖不在自然界中出產；但牠是很容易從牠的氧化物中鍊出來的，而這種氧化物乃是容易識別跟聚集的。你把錫的性質說給我聽聽看。

生 牠比較鉛白些；其金屬光澤在空氣中可以保持不失；而牠是很容易融化的。牠的質地比較是很軟的。

師 對啦。牠的融點是二三五度。牠在電動力次序中介於鋅與鉛之間，而於後者要比較接近些；所以就這一點看來，牠並不是很貴重的一種金屬。但牠在空氣裏跟水裏可以保持得很好，因為牠跟鋁一樣，也可以在表面上得到一層看不出的氧化物呢；而這層氧化物是可以阻止牠繼續氧化的。人們從前雖用錫來做各種家用器具；但因為牠的質太軟，所以現在只用牠來製造裝飾品了。不過我們現在還大量的拿牠鍍在其牠的金屬上面或拿牠來製造合金呢。

生 是的，我知道人們把鐵皮鍍錫呢；這就是馬口鐵。

師 一點兒也不錯。除此以外，我們也把銅做的廚房用具鍍錫

呢，因為銅是有毒的，並且是容易溶解在酸性的或油膩的食物裏的，而錫則是比較有抵抗力的，並且毒性是比較不大的。製造蒸餾水時用作凝聚蒸氣的冷凝器也是用錫做的或是鍍過錫的，因為錫對於純粹的水跟不純粹的用水都是有抵抗能力的。

生 普通的井水跟泉水裏究竟還含有些什麼東西呢？

師 那是隨着泉水所經過的岩石有所不同的。我們照例可以找到鈉根，鈣根，鎂根，氯根和硫酸根等。缺少碳酸鹽的事情是很少的。水裏如果不含少許碳酸的話，那末，吃着的時候就是乏而無味的了。

生 爲什麼純粹的蒸餾水是有一種味道的，而不純粹的井水卻是沒有味道的呢？至少我是吃不出味道來的。照理這情形是應當適相其反的呀。

師 那是因為我們喝慣井水而沒有喝慣蒸餾水的原故。凡是一再可以遇到的那種印象，反而是令人感覺不到的。

生 是的，這是千真萬確的。這情形就跟磨坊老闆要在磨子不發出聲音的時候纔會聽到牠的磨子是一樣的。

師 錫在稀酸裏溶解得很慢，在濃鹽酸裏溶解得比較好些，這跟牠在電動力次序中所佔的位置是一致的。我放少許錫

箔在試管裡，倒些鹽酸進去。要在加熱的時候，氫氣纔會開始放出來呢。

生 錫箔是什麼？

師 那是薄葉狀的錫。Stannum 是錫的拉丁名詞，所以錫箔在德文裏纔叫做 Stanniol 的。我們能以便利簡單的方法用牠來把各種物件包得不透空氣呢，因為空氣是不能透過錫箔的，並且由於重複的疊置那些摺台的場合也是很緊密的，所以的確只有很少的空氣是能走進走出的。

生 原來如此呵，所以我們纔用牠來包藏巧克力跟乾酪以及其他各種食物的。我從前還以為是因為牠像銀子，所以纔用牠的呢。

在我們說話的時候，我的錫箔已經溶解了。溶液裏含有二價錫根 (Sn^{++})。此外，還有一系化合物，錫在其中是四價的；我以後還要使你去認識牠們呢。你瞧，二價錫根是沒有顏色的。牠可以跟硫化氫溶液構成功一種褐色的硫化亞錫 (SnS) 沈澱出來；我們以後還要談到牠呢，牠跟氫氧化鈉可以構成功白色的氫氧化亞錫 [$\text{Sn}(\text{OH})_2$]；後者在過剩的氫氧化鈉裏是能溶解的，所以是有弱酸的性質的。這種溶液是一種很強的還元劑；這當然是因為二價錫根

變成功四價錫了。我放少許氯化汞在氯化亞錫的溶液裏；你瞧，先是構成一種白色的沈澱；但我把牠一加熱，牠就變成灰色了。仔細想一想。這是怎麼一回事。

生 氯化汞是 HgCl_2 ；還元劑除掉使牠失卻氯之外是不能發生別的作用的。我猜，先得着的白色東西一定是 HgCl 。但是灰色的東西是什麼呢？

師 甘汞被奪去更多的氯之後，會變成功什麼東西呢？

生 那只能臆下水銀了。但水銀應當是亮晶晶的珠子呀。

師 灰色的質素的確是汞；因為分離出來的是很小的珠子，所以我們是不能用肉眼把各個珠子的光澤識別出來的。我們如果使液體在熱的場合多擱上一些時候的話，那末，小珠子就漸漸結成大珠子，而我們就可以看出牠是普通的水銀了。我把這灰色的東西塗些在銅板上——

生 銅板亮的像銀子一樣了！

師 牠跟水銀構成功汞齊了。你瞧，這種鹽是我們把錫溶在鹽酸裏，然後把溶液蒸發乾了得到的。牠被染色師用得很多，有一個名詞叫做錫鹽；我們則稱牠為氯化亞錫。牠含有二個結晶水，其化學式為 $\text{SnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。你把牠溶些在水裏看。

生 牠溶解得很快；但溶液是混濁的，

師 那是因為牠有還元作用的原故。牠從空氣裏吸收了氧氣而變成難溶解的四價錫化合物了。因此，我們在實驗室裏總須把少許鹽酸跟若干金屬的錫（例如是錫箔）加在二價錫溶液裏，使牠老能保持牠的功效呢。

生 我明白了；這跟鐵的情形（第五十八章）是一樣的。

師 一點兒也不錯。再說四價錫系裏的四價錫根(Sn^{++++})，我們對於牠是不十分清楚的。四價錫的羥化物的性質跟酸是一樣的，而氯化錫簡直是不像一種鹽的。這就是牠。

生 牠是一種清水似的液體呀！

師 當我們把錫放在氯氣氣流裏加熱的時候，這種液體就蒸餾過去了；牠的沸點是一二〇度，所以只比水高一點點罷了。

生 你是不是因為不要使牠蒸發，所以纔把牠封在玻璃管裏的呀？

師 不是因為這個原故，乃是因為牠在空氣裏會變成功煙霧而分解，所以我纔把牠封在玻璃管裏的。

生 牠還可以繼續氧化嗎？

師 這倒不是的；牠跟氧氣是完全不起作用的，起作用的乃是

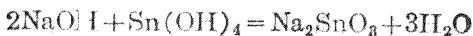
水蒸氣。牠可以和水依照下列方程式分解爲鹽酸和氫氧化錫呢：



這個小玻璃管裏裝的是氯化錫，我用割玻璃的刀在牠的頭頸上挫一挫，然後把頭頸小心地折下來而把玻璃管裏裝的東西倒在水裏——

生 我現在看見牠在冒煙了！水溶液完全是清的，氫氧化錫可以在水裏溶解嗎？

師 牠一部分可以構成膠體溶液呢；我們如果把液體保藏一些時的話，那末，氫氧化錫就漸漸變爲較粗的形式沈澱出來了。但是另一部分仍是以游子的形式存於溶液裏的；在我加硫化氫溶液進去的時候，我就得到一種黃色的硫化錫 (SnS_2) 沈澱了。在我們把氫氧化鈉小心加進去的時候，先有氫氧化錫析出；但後者在過剩的氫氧化鈉裏是容易溶解的，所以我們也稱氫氧化錫爲錫酸，而稱其鹽類爲錫酸鹽呢。溶液裏含的是錫酸鈉：



這兒的情形是很複雜的，所以你最好還是把牠留着將來再學吧。氫氧化錫的縮水物有怎樣的化學式呢？

生 $\text{Sn}(\text{OH})_4 = \text{SnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

師 對啦。牠的化學式跟二氧化矽是一致的；而錫跟矽在事實上確是有許多相似之處的。二氧化錫出產於自然界中；牠叫做錫石，是唯一的重要錫礦。錫在空氣中加熱時容易變為灰色的粉狀二氧化錫（純粹時則為白色），牠叫做錫灰，可以作為磨光金屬之用呢。牠是很容易被碳或氫氣再還元為金屬的。

生 關於硫化錫的情形，你先前預備再告訴我一些的。

師 一點兒也不錯。這是硫化鈉的溶液；硫化鈉乃是硫化氫的鈉鹽；我們可以用牠使鐵組裏的金屬鹽類通通變為硫化物呢，這你一定是記得的。光用硫化氫是不能達到這個目的——

生 因為那些硫化物又會被構成功的酸類溶解呢。

師 說得很好。但先前硫化錫是從酸性溶液裏被硫化氫沈澱下來的，所以牠是屬於難溶解的硫化物裏的。但是我如果把硫化鈉倒在黃色的沈澱上的話——

生 牠溶解了。這一定是發生了一種新的反應了，我還不曾見識過這樣的情形呢。

師 硫化鈉跟硫化錫化合為一種鹽了：



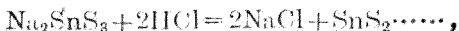
生 我似乎在什麼地方見到過一個跟這完全相似的化學式的。

師 你大概是把錫酸鈉的化學式 Na_2SnO_3 還記在腦子裏吧。他們的化學式在事實上確是一致的；不過一則含有氧，一則含有硫而已。這兩種質素也是類似的，兩者都是鹽類；牠們除了鈉根以外，一則含有錫酸根 (SnO_3^{--}) 一則含有三硫代錫酸根 (SnS_3^{--})。這一類被硫所取代之含氧鹽類和游子是很多的；我們稱之為硫代某物，所以 Na_2SnS_3 叫做三硫代錫酸鈉， SnS_3^{--} 則叫做三硫代錫酸根。

生 以前我為什麼從未有機會認識這種鹽類的呢？

師 因為以前所討論的金屬是不能構成功這種鹽類的。除錫以外，還有金跟白金以及其他若干金屬也是可以構成功這種鹽類的，這你要到以後纔學得到呢。這是這一類金屬的一種重要特徵，我們在分析化學上利用牠來區別這一類的金屬和其他的金屬呢。——我現在把鹽酸加在我的三硫代錫酸鈉溶液裏，你瞧，黃色的硫化錫又沈澱出來了。你把這個反應用方程式來說明一下看。

生 兩個鈉須用兩個鹽酸，所以是：



——還有什麼呢？兩個氫氣跟一個硫，所以是硫化氫。但是牠並沒有放出來呀。

師 你聞聞看！牠不過是溶在充分的水裏罷了。

生 是的，我看到牠，不，我聞到牠確是在那兒的。

師 這個反應只在外表上是不合乎規則的。鹽酸跟鹽發生作用時，你應當得到什麼東西呢？

生 應當得到這種鹽類的酸。

師 對啦，這兒的酸依照下列方程式應當是：



可是這種酸是不穩定的；牠立刻就分解為硫化氫跟硫化錫了；這情形和碳酸分解為水跟二氧化碳是完全一樣的。

生 現在，我纔看出硫代含氧酸的鹽類跟含氧酸的鹽類的確是有類似之處的。在前者會構成功硫化氫，在後者則構成功水。

師 正是這樣。我現在用硫化氫加在少許氯化亞錫溶液裏；你瞧，構成功黑褐色的硫化亞錫 (SnS) 了。我把硫化鈉倒在牠上面。

生 牠是不溶解的。

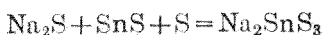
師 所以牠是不能構成功硫代含氧酸的鹽的。我把硫化鈉仍舊倒出來，而把另一種在硫粉上攪置過的硫化鈉溶液來代替牠倒進去。這種硫化鈉溶液把硫黃溶解了，所以變成黃顏色了。

生 硫化亞錫溶掉了。

師 你再把鹽酸加進去看。

生 沈澱是黃色的，不是褐色的了。

師 解釋正在包含在這裏面呢。溶解在硫化鈉裏的硫跟硫化亞錫化合了，所以纔能構成功三硫代錫酸鈉的：



黃色沈澱可以證明反應確是這樣的。這是一種普通的現象：即我以前說到過的許多金屬中，只有含硫較多的化合物纔能構成功硫代含氧酸的鹽類，所以含硫較少的硫化物雖不能溶解在普通的硫化鈉裏，卻能溶解在黃色的硫化鈉裏呢。

生 我起初以爲金屬的重要反應我已經通通知道了，孰知現在又學到十分新鮮的情形呢！

師 這種意想不到的事情你還會常常碰到呢。我雖把很多有趣的試驗做給你看了；並且把其中很有趣的關係解釋給

你聽了；但這只不過是一小部分而已，大部分的還替你留在將來呢。我只提綱挈領的把化學中的一部分告訴了你罷了，你千萬不要以為這就是全部的化學了呀。全部的化學是任何人都一生一世學不完的。

第七十一章 金及白金

師 金跟白金在電動力次序中的位置剛是跟鹼金屬適和其反的。後者一方面是很難從其化合物中提取出來的，另一方面是一遇到機會又很容易變為化合物的，而金跟白金卻是不易變為化物的；牠們在許多情形之下是不會化合的，並且即使構成功化合物之後，也是只要一達到機會就重新分解為元素的。關於這種現象有一個證明，就是自然界中只有金屬的金跟白金出產，或至多只有牠們跟其他的貴金屬的合金出產，而是從不會構成功鹽類的化合物出現的。

生 那末，關於牠們也沒有許多化學可學了？

師 這是不能說的。牠們跟氮是相似的，氮雖然很難構成功化合物；但是牠構成功的化合物的種類卻是很多的。金的化學，尤其是白金的化學乃是很複雜的，其中的特別情形，我現在還是不教你的好。我們先來討論金；你把牠的性質說給我聽聽看。

生 金是黃色的，光澤很強，在空氣中是不會變暗的；牠的分

量很重，並且是最昂貴的金屬。

師 最後一點是不正確的，稀有金屬中有許多比金昂貴得多了，但在盡人皆知的金屬之中，牠的產量很少，的確是最昂貴的金屬。因此，金是人們最愛用的一種貨幣金屬，而全世界各國已漸漸一致地把牠當作幣制的本位了。

生 用金或用銀做本位不是一樣的嗎？

師 那是完全不一樣的，因為這兩種金屬每年的產額的比率並不是不變的。從前銀產額與金產額的比率比較現在是小得多了，所以從前可以用較少的銀購進同樣多少的金呢。如此說來，這兩種金屬所形成的貨幣本位的變遷是彼此不一致的，所以我們只能選擇二者之一來做貨幣本位，卻不能把牠們同時加以應用的。金的產量比較銀的產量來得有規則，所以金是一種較好的貨幣本位，如前所說，金在自然界中總是以金屬的形式出現的，所以只要用機械式的方法使重的金子（密度為一九·三）從輕的沙裏分離出來就行了。

生 金怎會跑到沙裏去的呢？

師 牠是在岩石風化時一同跟石英殘留下來的。從前人們只知道淘金的方法，即用水攪拌金沙而使水流走；於是輕的

沙就被水帶走而重的金子就留在容器的底上了。但是金子的顆粒往往是很細的，可以隨沙一同被水帶走了呢。這一類的金鏽，我們是用水銀來處理牠的。金子很容易溶解在水銀裏，所以就從沙裏洗出來了，猶之乎我們可以用水把糖從沙裏洗出來是一樣的。

生 是不是然後必須使水銀蒸發掉纔能得到金子呢？

師 須把溶液加以蒸餾，水銀纔不至於喪失呢。有許多金鏽中的金子顆粒極細，連水銀也不能把牠取出來；現在，我們也有方法去對付牠了。我們用的是一種很稀的氰化鉀溶液，這種溶液可以使金子變為化合物溶解呢。至於溶解時會發生什麼現象，我以後纔可以告訴你呢。金子是不會被酸類（連硝酸也包括在內）腐蝕的；但是硝酸跟鹽酸的混合物卻能使牠溶解，其有效成分是氯，因為氯化氫裏的氫是會被硝酸裏的氧所氧化的。我們稱這種混合物為王水，因為牠能溶解金屬之王（金）呢。我丟一片金葉在氯水裏，你可以看見牠一會兒就溶解在氯水裏而變成功一種黃色的液體了。

生 如此說來，金根也和金本身一樣是黃色的。

師 是的。溶液裏含的是氯化金（ AuCl_3 ），所以金根是三價的。

我們所知道的三價金的鹽類並不多，因為金是很容易從金鹽溶液裏分離出來的。我加少許綠礬在金溶液裏——

生 這是那一種奇怪的顏色呢？

師 這樣分離出來的金子，顆粒是非常細的，所以看過去是藍色的；但是牠在反光的場合就多少是帶着金色的了；牠乃是金褐色的。我現在用另一種還元劑（即氯化亞錫，第七十章）來代替綠礬。

生 又是另一種顏色了！這是一種很好看的紫金色呀。

師 這次分離出來的金子，顆粒更要細了；牠變為膠體溶液了。過了一會兒，錫酸就使金跟着牠一同沈澱下來了。這種沈澱叫做紫金色，牠跟玻璃一同融化以後顏色也是不變的，所以能當作瓷器顏料用呢。我們可以從氯化金的黃色溶液裏得到難結晶的褐色氯化金呢；我們如果加進氯化鈉或氯化鉀的話，那末，氯化金的晶體就好看得多了。這種鹽類的組成是 NaAuCl_4 和 KAuCl_4 。我們或是可以把牠們當作鹼金屬的氯化物跟氯化金（例如 $\text{NaCl} + \text{AuCl}_3$ ）的化合物看待，或是可以把牠們當作錯金氯根（ AuCl_4^- ）的鹼金屬鹽看待；後一種見解是正確的。

生 我們怎樣來決定呢？

師 我們只要把這種鹽來電分解就可以知道了。如果金是到陽極上去的，那牠一定是在陽向游子裏的，否則就是在陰向游子裏的。我把這一類的鹽舉出來，主要的是因為金氰化鈉可以被照相師當作「金鹽」來把相片塗金呢（第六十九章）。塗金用的溶液是用金氰化鈉做的（一與一〇〇〇之比）。其中並含有少許白堊，目的是在去掉萬一發生的酸，因為酸在這兒是有害的。跟這種化合物相類似的是金氰化鉀 $[KAu(CN)_4]$ ，牠是由稀氰化鉀溶液跟極細的金子所構成的；但同時是非有空氣中的氧氣來幫助氧化作用不可的。凡是用其他的方法不能有效的金礦都是用這個方法來提煉的。

生 金在這兒畢竟是能被空氣中的氧氣所氧化的！這跟金的貴重性質豈不是互相抵觸的嗎？

師 你現在遇到一個在我們目前討論的範圍以內不容易與以充分解答的問題了，雖然科學對於牠是有一個很充分的答案的。那種鹽裏含有的金氰根 $[Au(CN)_4^-]$ 是一種很穩定的質素，牠只能放出很少的金根來，所以是不容易讓這少許的金根還元的。換句話說，就是金只在在牠構成功的一切化合物容易再行分解的這一個條件之下纔是貴金屬

呢。牠一有機會可以構成功一種很穩定的化合物時，牠的保守性也就失掉了，（金氰化鉀就是一個例子）而牠就變成功一種不大貴重的金屬了。上面所談的，你今天可以滿足了；我們要轉到白金上去了。

生 關於白金我已經知道很多了。牠是一種帶些灰色的，有光澤的金屬，牠差不離是不被任何質素所腐蝕的，所以能製造各式各種的器具，特別是可以用於電分解時呢。牠也很難融化；並且是有觸媒作用的。

師 對啦。牠在自然界中也跟金一樣是只以金屬的形式出現的，所以也是用淘洗的方法提出來的。但是所得到的乃是牠跟其他類似白金的金屬的混合物。

生 怎麼，這一類的金屬還有許多種嗎？

師 一共有六種；但是其中要算白金的產量為最多，所以牠在工業上跟科學上是最重要的。要得到純粹白金，必須把白金鑛溶解在王水裏纔行；此時白金就溶解在王水裏而構成功鉑氯化氫酸(H_2PtCl_6)了。

生 這情形跟金子是不相同的。

師 但不是十分不同的；我們如果把金子溶解在王水裏（不是溶解在氨水裏）的話，那末，因有過剩的鹽酸的原故，也會

構成功金氯化氫酸(HAuCl_4)呢：



不過牠的化學式跟鉑氯化氫酸是不同的；此外牠們卻是相類似的。我們可以用氯化銨把白金從鉑氯化氫酸裏洗澱出來；構成功的是鉑氯化銨 $[(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6]$ 。牠會變成一種很難溶解的，要用顯微鏡纔看得出的晶體析出呢。

生 我似乎記得在別の場合也學到過跟牠相類似的質素的。
師 可不是嗎；那是鑑別鉀用的鉑氯化鉀 (K_2PtCl_6 第五十二章)。牠的組成跟鉑氯化銨是完全相似的。後者也叫做鉑鹵砂。牠能夠由於單純的加熱而變為金屬的白金呢，因為所有的其他成分在加熱時都是可以揮發掉的。賸下來的白金因為沒有融化，所以是灰色而無光澤的。牠叫做鉑綿。這種形狀的白金是有特別強烈的觸媒作用的。

生 觸媒作用跟形狀有什麼關係呢？

師 觸媒作用是發生在金屬跟氣體接觸的金屬表面上的，所以一定量的金屬的表面愈大，歸來，其作用也就愈強。只要表面的大小一樣，就是換了另一形狀，也是能發生同樣的作用的。我把少許鉑鹵砂的碎片包在一根很薄的白金絲裏而把牠很小心的加熱；如果構成功的鉑綿緊附在白

金絲上而不落下來的話，那就是一根導火絲了。我把牠放到從我的氫氣發生器（第十七章）裏出來的氣流裏去，牠就燒紅了，而氫氣就白夫一聲的開始燃燒起來了。

生 這跟我新近看到過的氣體燃火器是完全一樣的。

師 牠們原是基於同一的現象上的。氫氣（或煤氣）在流出時跟空氣中的氧氣混合之後就構成功爆炸氣了。後者因鉑綿的作用化合為水，而這時候放出來的熱就把鉑綿燒紅了。要使氣體混合物可以燃着，薄的白金絲也是很重要的；單用鉑綿只可以燒到紅為止，而氣體是不會燃着的。這種區別的原因究竟何在，我可不知道。

生 這是應當可以研究出來的。

師 當然是可以的；不過以前還沒有誰能做到呢。白金在其他許多氣體反應中也有觸媒作用，所以特別是在新近獲得一種重大的意義了。我曾經屢次把這種作用告訴過你，你一定是記得的。

生 我記得你曾經對我說過，在這兒還可以有許多新的東西可以發現呢。若是我現在就能着手這種工作的話，那是多麼好呢。

師 你還得學上許多知識，纔能開始做這種工作呢。我們暫時

要把化學課程做一個結束了；如果過去所學的東西能使你對於這門有趣的科學有了很多的理解以至於引起了你再多學些化學知識的願望的話，那我就再高興也沒有了。

生 我的確是有這種願望的。我並且覺得很可惜，現在已到了放假期的時候了。在假期中我再學不到新鮮的化學知識了。

師 你最好是把教過的東西反復的以加復習，使你可以獲得切實的把握。

生 我早料到你會說這話的。但是溫習功課那有見識所未會見過的東西那樣快樂呢。請你告訴我，我可不可以得到一本能夠使我準備將來的化學功課的書本呢？

師 我看你的意思乃是想多學一點新化學知識，所謂準備未來的化學功課還在其次呢。但我並不反對你這樣做。因為自己選擇的工作不但比強迫的工作會令人感到更多的興趣，並且也會有更多的效果呢，但是在我們現在處的時代，化學教本卻是一個討厭的問題。最近幾十年來，我們對於科學的見解以及研究科學的方法都發生過很大的變動；然而很多的教本還是根據過去的學說而寫成的。我是用新的學說來教授你的，所以你如果再要依照老的方式

去學習的話，那你一定是要遇到無益的大困難的。因此，我幾幾乎只能介紹你一本書罷了；這本書的內容是合乎化學的最近發展的，牠是維廉·歐斯伐所著的*『無機化學概要』。牠的內容比較你過去所學習的要難得多了；但你在牠裏面可以找到許多我過去沒有向你解答的問題的答案呢。

生 那正對我的胃口。

* Wilhelm Ostwald: „Grundlinien der anorganischen Chemie“,

中文索引說明

(四角號碼檢字法)

- (一) 阿拉伯數字代表章數。
- (二) 單字注四角及附角之號碼於本字之上。

例 0010₈ 立

- (三) 名詞除第一字四角號碼已見該名詞上面單字用～記號代表外,第二字取上二角之號碼於本條之上。

例 0010₈ 立

00～ 方米

- (四) 名詞之第三字,仍依號碼順序排列,但不注號碼。

例 1010₀ 二

80～ 氧化硫

～ 氧化碳

- 0010₈ 立
- 00~方米 Kubikmeter,7
- 0022₃ 齊
- ~(合金) Legierung, 60
- 0022₇ 方
- 26~釋式 Gleichung,13
- 27~解石 Kalkspat, 53
- 34~法不影響結果 Weg ist einflusslos auf das Ergebnis, 12
- 87~鉛礦 Bleiglanz, 66
- ~鉛礦之煨燒 Rösten von Bleiglanz, 66
- 腐
- 44~植土 Humus, 57
- 高
- 36~溫 Hohe Hitze,18
- 87~錳酸根 Permanganation, .. 60
- 0024₂ 底
- 22~片匣 Kasette,69
- 0024₇ 度
- 22~制 Längenmass,7
- ~制單位 Längeneinheiten, ...7
- 0025₂ 摩
- 10~爾 Mol,34, 41
- 0026₁ 磨
- 14~玻璃 Glas schleifen,39
- 77~具 Schleifmittel,56
- 0128₆ 顏
- 27~色 Farbe, 2, 14
- ~色與溫度之關係 Abhängigkeit der Farbe von der Temperatur, 12
- ~色與分裂程度之關係 Abhängigkeit der Farbe von der Zerteilung,2
- 0220₀ 刻
- 00~度尺 Skala,5
- 0261₈ 證
- 67~明 Prüfen,12, 47
- 0364₀ 試
- 44~藥 Reagens,10
- 0460₀ 計
- 88~算 Rechnung,35
- 0466₄ 諾
- 10~爾豪曾硫酸 Nordhäuser schwefelsäure,57
- 0762₇ 部
- 80~分壓力及舉例 Partialdruck und Beispiel dazu,23
- 0824₀ 放
- 90~光 Licht aussenden,55
- 1000₀ 一
- 21~價銅根 Cuproion,65
- 80~氧化碳 Kohlenoxyd, ... 25,33
- ~氧化碳中毒 Vergiftung mit Kohlenoxyd, 25
- 1010₀ 二
- 10~硫化碳 Schwefelkohlenstoff,48
- 21~價鐵根 Ferroion,57, 58

- (21)~價銅根 Cupriion, 65
 ~價鉻根 Chromiin, 61
 80~氧化硫 Schwefeldioxyd, ... 41
 ~氧化碳 Kohlendioxyd,
 10, 16, 24, 30, 33
 ~氧化碳之製備及性質 Darstellung und Eigenschaften des Kohlendioxyds, 26
 ~氧化碳之液化 Verflüssigung von Kohlendioxyd, 26
 ~氧化碳之源 Kohlendioxydquellen, 26
 ~氧化碳之壓力 Kohlendioxyddruck, 54
 ~氧化矽 Siliciumdioxyd, 49
 ~氧化錳 Braunstein,
 11, 15, 28, 60
 ~氧化錳 Manganperoxyd, ... 60
 (1010₀) 工
 28~作(摩擦) Arbeit (Reibung), 5
 ~作之轉變 Umwandlungen der Arbeit 11
 32~業化學 Chemische Technologie, 56
 1010₁ 三
 21~價鐵根 Ferriion, 58
 ~價鐵根及二價鐵根之相互轉變 Gegenseitige umwandlung von Ferro- und Ferriion, ... 58
 ~價鉻根 Chromiin, 61
 27~角架 Dreifuss, 6, 10

- 80~氯代甲烷 Chloroform, 48
 ~氧化硫 Schwefeltrioxyd, ... 42
 ~氧化鉻 Chromtrioxyd, 61
 ~合土 Zement, 14

正

- ~ Positiv, 35

1010₄ 王

- 12~水 Königswasser, 71
 ~水中之金 Gold in Königswasser, 71

1010₇ 五

- 80~氧化二磷 Phosphorpentoxyd, 46

亞

- 10~硫酸 Schweflige Säure, 41
 ~硫酸根 Sulfition, 41
 ~硫酸鈉 Natriumsulfit, 41
 83~鐵氰化鉀 Kaliumferrocyanid, Ferrocyanium, 59
 ~鐵氰根 Ferrocyanion, 59
 87~鉛鑽 Galmei, 63

1016₄ 露

- ~ Reif, 20

1017₇ 雪

- 30~之晶體 Schneekristalle, ... 20
 44~花石膏 Alabaster, 53

1021₁ 元

- 50~素羣 Gruppen von Elementen, 13, 14
 ~素表 Tabelle der Elemente,

.....	13
(50)~素分類 Einteilung der Elemente,	14
~素常住定律 Gesetz von der Erhaltung der Elemente,	13, 33
1022 ₇ 雨	
~ Regen,	21, 23
霧	
~ Nebel,	6, 23
1023 ₂ 汞	
00~齊 Amalgam,	67
1030 ₇ 零	
52~劃(溫度) Nullstrich (Temperatur),	5
61~點 Nullpunkt,	5
1040 ₉ 平	
21~衡 Gleichgewicht,	36
1043 ₀ 天	
10~平 Wago,	7
50~青石 Celestin,	55
1060 ₀ 石	
00~膏 Gips,	14, 42, 53
28~鹼石 Speckstein,	55
35~油 Steinöl,	14, 48
~油 Benzin,	48
~油 Petroleumbenzin,	48
~油脂 Vaseline,	48
44~蕊 Lackmus,	30
~蕊試紙 Lackmuspapier,	30

~蕊醇溶液 Lackmustinktur,	30
~英 Quarz,	49
~英沙 Quarzsand,	13
52~蠟 Paraffin,	48
60~墨 Graphit,	24
~墨爲導電體 Graphit als Elektrizitätsleiter,	65
71~灰石 Kalkstein,	14, 53
~灰水 Kalkwasser,	24, 53
~灰乳爲鹽基 Kalkmilch ist eine Base,	30
~灰漿 Kalkbrei,	14
94~煤 Steinkohle,	24, 45

百

00~度點 Nullwertpunkt,	6
----------------------------	---

1061₃ 硫

~ Schwefel,	13, 15, 41
13~酸 Schwefelsäure,	23, 57
~酸 Vitriolöl,	57
~酸亞鐵 Ferrosulfat,	57
~酸酐 Schwefelsäureanhydrid,	42
~酸之電解 Elektrolyse von Schwefelsäure,	37
~酸之製造 Herstellung von Schwefelsäure,	42
~酸之沸點 Siedepunkt der Schwefelsäure,	37
~酸之性質 Eigenschaften der Schwefelsäure,	36

- ~酸汚漬 Schwefelsäureflecke,36
- ~酸根 Sulfation,37, 51
- ~酸鹽 Schwefelsaure Salze,37
- ~酸鹽 Sulfate,42
- ~酸鈣 Calciumsulfat,53
- ~酸鈉 Natriumsulfat,51
- ~酸鋁 Aluminiumsulfat, ...56
- ~酸鋇 Baryumsulfat, Schwefelsaurer Baryt,37, 55
- ~酸銅 Schwefelsaures Kupfer,37
- ~酸銅之電分解 Elektrolyse von Kupfersulfat,37
- 23~代硫酸根 Thiosulfation, ...51
- ~代硫酸鈉 Natriumthiosulfat,51, 69
- 24~化汞 Schwefelquecksilber Quecksilbersulfid,32, 67
- ~化氫 Schwefelwasserstoff,43
- ~化鋅 Schwefelzink,63
- ~化鐵鏽 Schwefeleisen, ...43, 59
- ~化鈉 Natriumsulfid, Schwefelnatrium,50
- ~化銅 Schwefelkupfer,43
- ~化銀 Schwefelsilber, ...41, 43
- ~化鉛 Schwefelblei,66
- ~化錫 Schwefelantimon52

1062₀ 可

- 22~彎的玻璃 Biegsames Glas, ...4

- 33~溶於水中之膠質物 Wasserlösliche Gelatine,61
- 60~思議 Denkbar,33

1062₇ 碲

- ~ Tellur,13

1071₂ 電

- 71~壓 Spannung,37, 64

1071₆ 電

- ~ Elektrizität,35, 59
- 04~計 Elektrizitätsmesser,64
- 10~工作 Elektrische Arbeit, ...35
- ~元素 Elektrische Elemente,64
- 24~動力次序 Spannungsreihe,64, 66
- 27~解質 Elektrolyt,35
- ~解質爲鹽 Elektrolyte sind Salze,37
- 30~流 Elektrischer Strom, ...64, 68
- ~流計 Galvanometer,64
- 41~極 Elektrode,35
- 80~分解 Elektrolyse,35, 36, 39, 50, 62, 63
- 84~鑄術 Galvanoplastik,65
- 90~火 Blitzlicht,55

1073₁ 雲

- ~ Wolken,23

- 77~母 Glimmer,49

1080₆ 頁

- 22~岩 Schiefer,49

1090₀ 不

- 22 ~ 穩定形狀 Unbeständige Formen, 46, 67
- 33 ~ 溶於水之膠 Wasserlöslicher Leim, 61
- 44 ~ 帶光的燃燒 Verbrennung ohne licht, 16
- ~ 帶火的燃燒 Verbrennung ohne Flamme, 10

1111₁ 非

- 60 ~ 晶狀硫 Amorpher Schwefel, 41
- ~ 晶狀質素 Amorphe Stoffe, 24
- 80 ~ 金屬 Nichtmetalle, 13

1128₀ 預

- 00 ~ 言 Prophezeien, 50

1164₀ 酏

- ~ Anhydrid, 41, 45

1166₀ 晒

- ~ Selen, 13

1223₀ 水

- ~ Wasser, 13, 17, 19
- 14 ~ 玻璃 Wasserglas, 49
- 17 ~ 及玻璃之膨脹 Ausdehnung von Wasser und Glas, 19
- 30 ~ 之顏色 Farbe des Wassers, 19
- ~ 之電解 Elektrolyse von Wasser, 35
- ~ 之融解熱 Schmelzwärme des

Wassers, 20

- ~ 之純粹度 Reinheit des Wassers, 19
- ~ 之密度 Dichte des Wassers, 19
- ~ 之沈澱 Niederschlagen von Wasser, 10
- ~ 之沸騰 Sieden von Wasser, 21
- ~ 之凝固 Gefrieren von Wasser, 20
- ~ 之滋味 Geschmack des Wassers, 19
- ~ 之蒸發 Verdampfen von Wasser, 21
- ~ 之蒸發熱 Verdampfungswärme des Wassers, 21
- ~ 之蒸氣密度 Dampfdichte des Wassers, 21
- ~ 之蒸氣壓力 Dampfdruck des Wassers, 21
- ~ 之蒸餾 Destillation von Wasser, 19
- ~ 之構成 Wasserbildung, 18
- ~ 之最大密度 Dichtemaximum des Wassers, 20
- 36 ~ 溫度計 Wasserthermometer, 19
- 44 ~ 蒸水 Wasserdampf, 6, 17, 21
- ~ 蒸氣爐 Dampfheizung, 21
- ~ 礬土 Hydrargillit, 56
- 60 ~ 晶 Bergkristall, 13, 49

- 80~分子式之解釋 Erklärung der Molarformel des Wassers,35
- ~分解 Hydrolyse,56
- 86~鋁石 Diaspor,56
- 87~鍋 Wasserbad,28
- ~銀(汞, 液態銀)Quecksilber, Mercurius, Hygrargyrum,5, 12, 15, 67, 70, 71
- ~銀之用途 Anwendung des Quecksilbers,67
- ~銀含揮發性 Flüchtigkeit des Quecksilbers,12

1224₇ 發

- 80~氣管 Gasentwicklungsrohr,12

1241₀ 孔

- 40~克爾 Kunckel,46
- 90~雀石 Malachit,65

1260₀ 副

- 71~反應 Sekundäre Reaktion,35, 68

1268₉ 碳

- ~ Kohlenstoff,13, 24, 47, 48
- 11~酐 Kohlendioxid,47
- 13~酸 Kohlensäure,26, 37, 51
- ~酸爲弱酸 Kohlensäure ist eine schwache Säure,30
- ~酸氫鈉 Natriumbicarbonat, Doppeltkohlen-saures Natr-

on,51

- ~酸鈣 Calciumkarbonat,53
- ~酸鈉(蘇打) Soda,50, 52
- ~酸鈉之製備 Herstellung von Natriumkarbonat,50, 51
- ~酸鋇礦 Strontianit,55
- ~酸鉀 Pottasche,14, 52
- ~酸鉀爲乾燥劑 Kaliumkarbonat als Trockenmittel,52
- ~酸鋇 Baryumkarbonat,55
- ~酸鋼筒 Kohlendioxidbomben,26
- 24~化氫 Kohlenwasserstoffe,48
- ~化鈣 Calciumcarbid,54
- ~化鐵 Kohleisen, Eisencarbid,57, 59
- 30~之循環 Kreislauf des Kohlenstoffs,27
- ~之狀態 Formarten des Kohlenstoffs,42
- 37~浸鋼 Cämentstahl,59

1364₇ 酸

- ~ Säuren,30, 36
- 30~之特徵 Kennzeichen der Säuren,30
- 95~性的 Sauer,16
- ~性鹽 Saure Salze,42

1413₁ 珐

- 17~瑯質 Glasur,56

1414₇ 玻

- 10~璃 Glas,49

- (10) ~ 璃之製造 Herstellung von Glas, 54
- ~ 璃因熱而膨脹及破裂 Ausdehnen und Springen des Glases durch Hitze, 4
- ~ 璃管 Glasrohr, 18
- 1420₀ 耐
- 27 ~ 久之白顏料 (硫酸鋇) Permanantweiss, 55
- 1466₁ 醋
- 13 ~ 酸 Essigsäure, 36
- ~ 酸鋁 Aluminiumacetal, 56
- 1523₆ 融
- 27 ~ 解熱 Schmelzwärme, 20
- ~ 解與凝固 Schmelzen und Erstarren, 5
- 61 ~ 點 Schmelzpunkt, 5, 10
- 1560₆ 砷
- ~ Arsen, 13
- 1568₁ 碘
- ~ Jod, 13
- 10 ~ 醇液 Jodtinktur, 13
- 13 ~ 酸鈉 Natriumjodat, 40
- 24 ~ 化汞 Quecksilberjodid, 67
- ~ 化氫 Jodwasserstoff, 40
- ~ 化鉀 Jodkalium, 52
- ~ 化銀 Jodsilber, 68
- ~ 化鎂 Jodmagnesium, 40
- 30 ~ 之性質 Eigenschaften des Jods, 40
- 37 ~ 澱粉 Jodstärke, 40

- 47 ~ 根 Jodion, 40, 52
- 1569₀ 碲
- 19 ~ 砂 (硫化汞) Zinnober, 67
- 1625₆ 彈
- 88 ~ 簧秤 Federwago, 7
- 95 ~ 性 Elastizität, 57
- 1712₇ 弱
- 78 ~ 鹽基 Schwache Basen, 63
- 1713₆ 蛋
- 26 ~ 白石 Opal, 49
- ~ 白質 Eiweiss, 43
- 1714₀ 取
- 23 ~ 代品 Substitutionsprodukte, 43
- 1723₂ 聚
- 20 ~ 集氣體 Gas sammeln 16
- 1760₂ 習
- 97 ~ 慣 Gewöhnung, 70
- 1762₀ 砂
- ~ Silicium, 13, 49
- ~ Kiesel, 13, 49
- 13 ~ 酸 Kieselsäure, 13, 49
- ~ 酸鹽 Silikate, 49
- ~ 酸鈉 Natriumsilikat, 49
- 1771₀ 乙
- 95 ~ 炔 Acetylen, 54
- ~ 炔所放之光 Licht durch Acetylen, 54
- 1771₇ 巳

33~溶解之質素 Aufgelöste Stoffe,34

44~蒸發之質素 Verdampfte Stoffe,34

~蒸發之質素之價值 Wert der Verdampften Stoffe,22

1780₆ 負

~ Negativ, 35, 69

1863₂ 磁

21~能 Magnetische Energie, ...58

40~土 Porzellanerde,56

66~器 Porzellan,56

83~鐵 Magneteisen,58

1874₀ 改

22~變 Ändern, 11, 21

1962₀ 砂

22~岩 Sandstein, 13

80~金石 Carnallit,52, 55

1962₇ 硝

10~石 Salpeter, 14, 44, 52

13~酸 Salpetersäure,44

~酸鈉 Natriumnitrat, ... 44, 51

~酸鉀 Kaliumnitrat,44, 52

~酸鋇 Baryumnitrat,55

~酸銅 Kupferniträt,44

~酸銀 Salpetersaures Silber, silbernitrat,37, 68

~酸銀(地獄石) Lapis infernalis, Höllenstein, 68

~酸銀之溶法 Silbernitratlösung, 38

1965₉ 磷

~ Phosphor,13, 22, 41, 46

13~酸 Phosphorsäure,46

~酸四氫鈣 Monocalciumphosphat,53

~酸鈣 Calciumphosphat,53

~酸鈣肥田粉(過磷酸鈣) Superphosphat,46, 53

~酸鈉 Natriumphosphat,51

30~之發光 Leuchten des Phosphors,46

~之過度冷卻 Überkaltung bei Phosphor,46

~之氧化物 Phosphoroxyde, ...46

40~有毒性 Giftigkeit des Phosphors, 13

46~塊石 Phosphorit, 46

2010₄ 重

60~量 Gewicht,7

~量比率 Gewichtsverhältnisse,12

~量之可變性 Veränderlichkeit des Gewichts,7

~量常住定律 Gesetz von der Erhaltung des Gewichts,13, 33

~量常住性 Gewichtskonstanz,12

~晶石 Schwerspat,55

77~屈折 Doppelbrechung,53

78~鹽 Doppelsalz, 54, 56

80~金屬 Schwermetalle, ...15, 57
 87~鉻酸根 Bichromation, 61
 ~鉻酸鉀 Kaliumbichromat, ...61
 2026₁ 倍
 21~比 Multiple Proportionen,
33
 2033₁ 焦
 10~耳 Joule, 47
 2040₇ 雙
 94~料名稱 Doppelte Benennung,
 38, 55
 2060₄ 看
 10~不見的東西 Unsichtbares, ...10
 2090₄ 集
 60~團態 Aggregatzustände,9
 2116₀ 黏
 40~土 Ton,14, 49, 56
 2121₁ 能
 ~ Energie,
11, 18, 22, 41, 47, 54
 30~之耗費 Energie verschwen-
 den,11
 90~常住 Konstanz der Energie,
16
 ~常住定律 Gesetz von der
 Erhaltung der Energie, ...47
 2123₁ 卡
 ~(羅里) Cal = Kalorie,20
 2160₀ 鹵
 19~砂 Salmiak,52

50~素 Halogene, Salzbider, ...40
 2190₃ 紫
 12~水晶 Amethyst,49
 80~金色 Goldpurpur, 71
 2191₀ 紅
 19~磷 Roter phosphor,46
 21~黏土 Letten, 56
 27~色焰火 Rotfeuer, 55
 2191₁ 經
 78~驗 Erfahrung,12
 2220₀ 倒
 55~轉 Umkehren,12
 2220₇ 彎
 14~玻璃 Glas biegen,11
 53~成直角形之玻璃管 Knierohr,
18
 2221₄ 任
 00~意選擇之單位 Willkürliche
 Einheit,7
 2224₀ 仟
 ~ Kilo, 7
 ~克米 Kilogrammoter, 47
 2228₉ 炭
 27~條 Kohlenstifte,24
 2241₀ 乳
 45~棒 Pistill, 2
 85~鉢 Reibschale,2
 2260₁ 岩
 10~石 Gestein, 49
 2273₂ 製

- 11~硬幣之模型 Münzen abformen,53
- 32~冰機 Eismaschinen, 26
- 2290₀ 利
- 43~貳 Ritter,62
- 2323₄ 伏
- 51~打 Volta, 62
- ~打電池 Voltasche Elemente,64
- 狀
- 21~態 Formarten, 9, 24, 41
- 2421₀ 化
- 77~學 Chemie,1
- ~學方程式 Chemische Gleichungen, 33, 47
- ~學工業 Chemische Industrie,16
- ~學元素 Chemische Elemente,13
- ~學能 Chemische Energie, ...11
- ~學作用 Chemische Vorgänge,10, 11
- ~學式 Chemische Formel, 32, 33
- ~學式表 Formeltabelle,33
- ~學熱之理論 Chemische Wärmelehre, 48
- ~學性質 Chemische Eigenschaften, 12
- 90~合物與成分 Verbindungen u. Bestandteile,12

- ~含量 Verbindungsgewicht,32, 33, 40
- ~含量表 Verbindungsgewicht in Tabellen, 55
- 2423₁ 德
- 60~國銀(銅鋅鎳合金)Neusilber,63
- 2426₁ 牆
- 21~上出汗 Schwitzen von Mäthern,53
- 2480₆ 貨
- 98~帶本位 Wertmassstäbe,71
- 2490₀ 科
- 77~學 Wissenschaft,14, 50
- 2496₁ 結
- 60~晶 Kristallisieren. Ausschneiden,4
- ~晶水 Kristallwasser, ...50, 51
- ~晶分離法 Trennung durch Kristallisation,38
- 2510₀ 生
- 10~石灰 Gebrannter Kalk, ...14
- 89~命 Leben, 21
- ~命之磨 Mühle des Lebens,27
- 83~鐵之提煉 Gewinnung von Roheisen,59
- 87~鉛 Werkblei,66
- 2520₆ 使
- 10~硫燃燒 Schwefel verbren-

- nen,11
 14~玻璃破裂 Glas sprengen,
35
 19~磷燃燒 Phosphor verbren-
 nen,11
 36~還原 Reduzieren,18
 40~木材燃燒 Holz verbrennen,
11
 72~質素溶解 Stoffe aufzulösen,
21
 80~氧化 Oxydieren,18
 ~氣體乾燥 Gas trocknen...23.36
 83~鐵燃燒 Eisen verbrennen,
 10,11

2524₈ 傳

- 44~熱 Ableitung der Wärme,
10

2590₀ 朱

- 16~理亞, 羅柏特, 邁爾 Julius
 Robert Mayer,47

2591₇ 純

- 90~粹質素 Reine Stoffe,12

2600₀ 白

- 10~聖(或粉筆) Kreide, ...14, 24, 26
 ~雲石 Dolomit,14, 55
 84~鑄鐵(鏡鐵) Spiegel Eisen, ..57
 86~鉛礦 Corussit,66

自

- 23~然現象 Naturerscheinung-
 en,9
 ~然科學 Naturwissenschaft, ...1

- ~然定律 Naturgesetz,
 5, 9, 16, 32, 34, 37, 40, 46, 47, 50
 ~然定律之發現 Entdeckung
 von Naturgesetz,9
 ~然單位 Natürliche Einheit, ...7
 24~動的 von selbst, 22, 65, ...67
 50~由元素 Freie Elemente, ...13

2622₇ 觸

- 44~媒劑 Katalysator,28
 ~媒作用 Katalyse, Katalyti-
 sche Wirkungen, 16, 29, ...71

2623₂ 泉

- 12~水 Quellwasser,53, 70

2628₁ 促

- 35~速劑 Beschleuniger,42

2644₆ 鼻

- 34~爲鼻覺器官 Nase als Riech-
 organ,14

2693₀ 總

- 20~重量 Gesamtgewicht,12

2722₇ 角

- 00~度制 Winkelmaß,7

- 87~銀鑛 Hornsilber,68

2724₂ 將

- 80~金屬磨光 Polieren von Me-
 tallen,70

2733₇ 急

- 95~性燃燒 Schnelle Verbren-
 nung,64

2752₀ 物

16~理作用 Physikalische Vorgänge,10

~理性質 Physikalische Eigenschaften,13,14

2771₂ 包

26~得不透空氣 Luftdicht einwickeln,70

80~含 Enthalten,13,50

2792₇ 移

30~液管 Pipette,8

2793₂ 綠

27~色焰火 Grünfeuer,55

44~礬(硫酸亞鐵) Eisenvitriol,22, 43, 57, 58

2822₀ 价

~ Wertig,36,37

2824₀ 微

97~灼 Glimmen,10

2868₆ 鹼

80~金屬 Alkalimetalle,14,53,55

95~性碳酸鎂(白色苦土) Magnesia alba,55

3010₁ 空

80~氣 Luft,10,16,22

~氣價 Tuftzahl,45

~氣之重量 Gewicht der Luft,12

~氣之濕度 Feuchtigkeitsgrad der Luft,23

~氣之性質 Eigenschaften der Luft,23

~氣爲水分所飽和 Gesättigte Luft,23

~氣爲混合物 Luft ist ein Gemenge,11

~氣中之水分 Wassergehalt der Luft,32

3012₇ 滴

88~管 Bürette,31

3013₆ 蜜

90~糖 Honigzucker,65

3014₇ 液

21~態元素 Flüssige Elemente,39

~態氯 Flüssiges Chlor,29

75~體 Flüssige Körper,9

~體與球狀 Flüssigkeiten und Kugelform,11

~體之密度 Dichte von Flüssigkeiten,8

3022₇ 扁

50~青石 Bergblau,37

3023₂ 永

27~久運動 Perpetuum mobile,65

3077₂ 密

00~度 Dichte,8,14

~度與原子量 Dichte und Atomgewicht,34

3080 ₁ 定	
25~律 (參閱自然定律) Gesetz (s. Naturgesetz),	5, 13, 28
3080 ₆ 實	
77~際 Wirklich,	11, 21
3113 ₆ 濾	
22~紙 Filtrierpapier,	3
66~器 Filter,	3
3116 ₀ 酒	
10~石 Weinstein,	65
~醇 Weingeist,	26, 40
95~精燈 Spirituslampe,	4
3116 ₁ 潛	
44~熱 Latente Wärme,	20
3119 ₁ 漂	
26~白液 Bleichlauge,	38
~白粉 Chlorkalk, Bleich- alk,	13, 29, 38, 54
3133 ₂ 憑	
30~空生熱 Wärmemengen aus nichts,	5
3210 ₀ 測	
60~量 Massen,	7
~量或試驗 Messung oder Versuche,	12
~量時之估計 Schätzen beim Messen,	8
3213 ₀ 冰	
~ Eis,	20
31~河之青色 Blaue Farbe des	

Gletschers,	20
32~洲石 Doppelspat,	53
44~花 Eisblumen,	20
61~點 Eispunkt,	5
3216 ₄ 活	
30~塞漏斗 Hahntrichter,	43
3230 ₂ 透	
90~光 Licht durchlassen,	55
3260 ₀ 割	
14~玻璃 Glas schneiden,	11
3312 ₂ 滲	
32~透 Diffusion,	39
3315 ₀ 減	
90~火罩 Löschhut,	10
3316 ₀ 冶	
80~金學 Metallurgie, Hütten- kunde,	43
83~鐵所用之煤 Kohle zur Eise- ngewinnung,	59
3316 ₈ 溶	
14~玻璃 Glas lösen,	21
27~解度曲線 Löslichkeitskurv- en,	51
30~液 Lösungen,	4
~液之融點與沸點 Schmelz- und Siedepunkt von Lösun- gen,	9
~液中之鹽 Salze in Lösungen,	52
3411 ₁ 洗	

37~澆瓶 Spritzflasche, 19

(3411₁)澆

14~玻璃 Glas giessen, 54

3411₂沈

37~澱 Niederschlag, 26, 30

3413₁法

50~拉第 Faraday, 62

3414₇波

80~義耳 Boyle, 46

3512₇沸

61~點 Siedepunkt, 5, 10

79~臆時構成之雲霧 Wolken beim Sieden, 6

3513₂濃

00~度 Konzentration, 41

3611₁混

80~合物之辨識與分離 Erkennung und Trennung von Gemengen, 4

~合物之融點 Schmelzpunkt von Gemengen, 60

~合物之分離 Trennung von Gemengen, 3

3611₇溫

00~度計 Thermometer, 5, 67

~度計之刻度 Thermometerskala, 5, 6

3613₃濕

10~電池 Galvanische Elemente, 63, 64

3613₄溴

~ Brom, 13

12~水 Bromwasser, 39

13~酸鉀 Kailumbromat, 39

24~化氫之製備 Herstellung von Bromwasserstoff, 39

~化鈣 Bromcalcium, 52

~化鈉 Bromnatrium, 39

~化鉀 Bromkalium, 52

~化銀 Bromsilber, ... 39, 68, 69

~化銀膠質乾片 Bromsilber-gelatinetrockenplatten, ... 69

~化鎂 Magnesiumbromid, Brommagnesium, 39

30~之性質及製備 Eigenschaften u. Herstellung des Broms, 39

3622₇褐

83~鐵岩 Brauneisenstein, 58

94~煤 Braunkohle, 24

3630₃還

71~原 Reduktion, 64

~原劑 Reduktionsmittel, 18, 43, 63, 70

3711₁泥

22~炭 Torf, 24

71~灰土 Mergel, 56

3712₀ 淘

80~金 Auswaschen von Gold,
.....71

潮

12~水漲落 Ebbe und Flut,27

3712₇ 滑

10~石 Talk,55

3714₇ 澱

98~粉 Stärke,27

~粉爲碘之試藥 Stärke als
Jodreagens,40

3716₂ 沼

80~氣 Sumpfgas,48

3718₁ 凝

60~固點 Erstarrungspunkt, ...
.....5, 10

3718₂ 次

15~碘酸鈉 Natriumhypoiodit,
.....40

36~溴酸根 Hypobromition, ...39

~溴酸鈉 Natriumhypobromit,
unterbromigsäures Natri-
um,39

80~氯酸根 Hypochlorition, ...38

~氯酸鈉 Natriumhypochlorit,
unterchlorigsäures Natri-
um,38

3730₂ 過

00~度冷卻 Überkaltung,
.....20, 24, 41, 51

~度加熱 Überhitzen,61

87~錳酸鉀 Kaliumpermangan-
at,60

3811₇ 汽

12~水 Selterswasser,16, 26

3813₇ 冷

02~劑 Kältemischung,23

37~凝器 Kühler,19

3814₇ 游

17~子 Ion,36, 37, 50

~子方程式 Ionengleichung-
en,64, 68

~子與電 Ionen und Elektri-
zität,59, 60

3824₇ 複

47~根 Komplexe Ionen.....59

3830₇ 逆

30~流 Gegenstrom,19

3834₈ 導

10~電體 Leiter der Elektrizit-
ät,64

90~火絲 Zündpille,71

3912₇ 消

24~化 Verdauen,16

50~毒 Sterilisieren,67

52~耗 Verbrauchen,22

4002₇ 力

~ Kräfte,11

4003₀ 大

16~理石 Marmor, ...14, 24, 26, 53

24~化學工業 Chemischer Grossbetrieb,	19
80~氣壓 Atmosphäre,	21
90~小不同之顆粒之顏色 Farbe verschieden grosser Theilchen,	67
4010 ₀ 土	
34~爲混合物 Erde ist ein Gemenge,	14
66~器 Steingut,	56
77~屬 Erdmetalle,	14, 56
80~金屬 Erdalkalimetalle,	14, 53, 55
4010 ₇ 直	
77~覺 Instinkt,	28
4011 ₇ 坑	
80~氣 Grubengas,	48
4021 ₆ 克	
~ Gramm,	7
4022 ₇ 布	
37~朗德 Brandt,	46
有	
12~孔壁 Poröse Wand,	50
42~機化學 Organische Chemie,	24, 48
~機化合物 Organische Verbindungen,	24
~機的 Organisches,	22
50~毒質素 Giftige Stoffe,	13
77~限感應性 Begrenzte Empfindlichkeit,	41

4024 ₇ 皮	
20~重 Tara,	8
4033 ₁ 赤	
87~銅礦 Rotkupfererz,	65
4080 ₁ 真	
30~空中之氣體 Gas im leeren Raum,	17
4090 ₀ 木	
22~炭 Holzkohle,	13, 24
44~材 Holz,	24
~材之防腐 Pilzschutz von Holz,	63
~材灰 Holzasche,	14
4111 ₇ 壩	
47~埤 Lehm,	14, 56
4191 ₄ 極	
~ Pole,	37
4198 ₆ 櫃	
41~杆 Hebelwage,	7
4199 ₁ 標	
30~準溫度計 Normal Thermometer,	6
~準量度 Urmass,	7
4410 ₇ 藍	
44~礬(硫酸銅) Kupfervitriol,	2, 4, 28, 65
87~銅礦 Kupferlasur,	56
4411 ₂ 地	
10~面之顏色 Farbe des Erdreiches,	57

4414 ₂ 薄	
22~片之顏色 Farben dünner Blättchen,	57, 65
4421 ₄ 花	
22~崗石 Granit,	3, 49
23~狀氣壓計 Barometerblumen	62
4422 ₇ 芳	
34~社瓷 Fayence,	56
帶	
57~揮發性的 Flüchtig,	19, 24
4423 ₄ 苯	
~ Benzol,	48
73~胺染料 Anilinfarben,	48
4424 ₇ 菱	
44~苦土礦 Magnesit,	55
83~鐵礦 Spateisenstein, Eisen- spat,	57
4433 ₁ 熱	
12~發光 Temperaturleuchten,	46
21~能 Wärmeenergie,	20
24~化學 Thermochemie,	48
30~之放出 Freiwerden von Wä- rme,	36
34~爲能制 Wärme als Energi- emass,	47
60~量 Wärmemenge,	11
蒸	
12~發 Verdunstung,	3

~發皿 Abdampfschalen,	30
~發與沸騰 Verdampfen und Sieden,	6
80~氣 Dampf,	6
~氣機 Dampfmaschine,	14
87~餾 Destillieren,	39
4436 ₀ 赭	
40~土類 Ocker,	58
4449 ₄ 煤	
34~染劑 Beizen,	56
4453 ₀ 英	
60~國紅(淡色絳礬) Englischrot,	58
4460 ₁ 礬	
~(重金屬之硫酸鹽) Vitriol,	57
40~土 Tonerde,	56
91~類 Vitriole,	42
蓄	
44~薇水晶 Rosenquarz,	49
4460 ₄ 苦	
12~水(合硫酸鎂之水) Bitterw- asser,	55
40~土(氧化鎂) Magnesia,	14, 55
78~鹽(硫酸鎂) Bittersalz,	14, 42, 55
4471 ₀ 芒	
19~硝 Glaubersalz,	30, 42, 51
4477 ₀ 甘	
10~汞(氯化亞汞) Calomel,	67
4480 ₆ 黃	

- 19~磷 Weisser Phosphor, ...46
 27~血鹽 Blutlaugensalz, ...59
 83~鐵礦 Schwefelkies, ...58
 ~鐵礦 Pyrit, ...58
 87~銅 Messing, ...63

4490₀ 樹

- 77~膠印像 Ggummidrucke, ...61

4490₁ 茶

- ~ Naphthalin, ...48

4491₇ 植

- 27~物製氧 Sauerstoff durch Pflanzen, ...27

4524₆ 麩

- ~ Hefe, ...26

4621₀ 觀

- 80~念 Anschauung, ...35

4690₀ 柏

- 44~林藍 Berliner Blau, ...59

4712₀ 均

- 27~勻溶液 Homogene Lösungen, ...4

- ~勻質素 Gleichteilige Stoffe, Homogene Stoffe, ...3

4752₀ 鞣

- 10~硫 Zäher Schwefel, ...41

4759₄ 鞣

- 13~酸 Gerbsäure, ...57

4793₂ 橡

- 40~皮球 Gummiballon, ...13,17

4793₄ 格

- 99~勞柏 Glauber, ...42
 4841₇ 乾

- 10~電池 Trockenelement, ...37

- 96~燥度 Trockenheitsgrade, ...54

- ~燥劑 Trockenmittel, ...
46,52,54

5000₆ 中

- 26~和 Neutralisieren, ...31,33

- ~和硫酸 Schwefelsäure neutralisieren, ...36

- 95~性溶液 Neutrale Lösung, ...30

- ~性鹽 Neutrale Salze, ...42,63

5050₇ 毒

- 20~重石 Witherit, ...55

5060₀ 由

- 44~熱而溶解 Lösen durch Wärme, ...4

5060₁ 書

- 88~籍 Bücher, ...16

5073₂ 表

- 10~面張力 Oberflächenspannung, ...11,39,54

5080₆ 貴

- 80~金屬 Edle Metalle, ...15,64

5101₁ 輕

- 77~與重 Leicht und schwer, ...8

- 80~金屬 Leichtmetalle, ...14

5103₄ 鞣

- 82~織 Weichlot, Schnellot, ...52

5104₁ 攝

10~爾修斯 Celsius,6
 62~影術 Photographie, 68,69
 5201₄ 托
 71~馬斯熔滓 Thomasschlacke,
 46,53
 5202₁ 折
 90~光 Lichtbrechung,23
 5211₀ 蠟
 96~燭 Kerze,10
 ~燭火 Kerzenflamme,17
 5311₁ 蛇
 20~紋石 Serpentin,55
 5320₀ 感
 00~應試藥 Empfindliches Rea-
 gens, 41
 5500₀ 井
 12~水 Brunnenwasser, 70
 5560₀ 曲
 11~頸甌 Retorte,44
 5601₁ 擺
 80~鐘 Pendel,7
 5608₁ 提
 40~培爾 Ddippel,59
 5706₂ 摺
 80~合濾紙 Faltenfilter, 38
 5708₂ 軟
 40~木塞鑽洞 Kork lochen,11
 6010₀ 日
 ~Die Sonne,27
 34~爲能源 Sonne als Energie-

 quello,11
 ~爲宇宙萬象之因 Sonne als
 Ursache des Geschehens, ...27
 6010₄ 量
 00~度 Mass,7
 ~度,測量 Messungen,33
 ~度之不正確性 Ungenauigk-
 eiten beim Messen,8
 22~制 Raummass,7
 ~制單位 Raumeinheit,7
 墨
 12~水 Tinte,57
 6021₀ 四
 10~元素 Die vier Elemente, ...22
 80~氯化錳 Mangantetrachlo-
 rid,60
 6033₁ 黑
 60~暗的燃燒 Dunkle Verbren-
 nung,16
 90~火藥 Schwarzpulver,45
 6043₀ 因
 35~沸騰而凝固Gefrieren durch
 Sieden,26
 38~冷却而結晶 Kristallisation
 durch Abkühlung,4
 44~蒸發而結晶 Kristallisation
 durch Verdunstung,4
 ~熱而膨脹Ausdehnung durch
 Wärme,4
 6044₀ 昇
 10~汞(氯化汞) Sublimat, 67

- 44~華 Sublimieren,40,52
6030₄ 固
- 75~體 Feste Körper,9
~體之密度 Dichte von Festen
Körpern,8
6036₀ 晶
- 23~狀 Kristallinisch,4
75~體 Kristalle,2
6090₃ 累
- 23~俄牟爾 Reamur,6
6106₀ 晒
- 67~照片 Auskopieren, Kopie-
ren,69
6136₀ 點
- 90~火 Anzünden,16
~火鏡 Brennglas zum Anz-
ünden,12
6138₆ 顯
- 92~影紙Entwickelungspapiere,
.....69
~影液 Entwickler,69
6233₉ 懸
- 77~膠 Kolloide,49
6302₇ 嘔
- 22~乳類 Säugetiere,30
6603₄ 嗅
~ Riechen,41,45
6604₀ 啤
- 31~酒 Bier,26
6650₆ 單
- 20~位之比率 Einheitenverhält-
nis,7
6702₀ 明
- 44~礬 Alaun,56
~礬之結晶 Kristallisation von
Alaun,61
6704₇ 吸
- 88~管 Heberohr,18
6708₂ 吹
- 14~玻璃 Glas blasen,19,54
6733₆ 照
- 22~片鍍金 Tonen von Photog-
raphien,69,71
~片鍍金 Vergolden von Pho-
tographien,69,71
46~相紙 Celloidinpapier,69
~相機 Kamera,69
~相乾片 Platten zur Photo-
graphie,69
7022₇ 防
- 82~鏽 Rostschutz,58
7121₄ 壓
- 40~力 Druck,9
~力計 Manometer,21,41,67
7124₇ 反
- 00~應 Reaktion,10
~應速度 Reaktionsgeschwin-
digkeit,39,40
~應量 Reaktionsgewicht,32
~應之感應度 Empfindlichkeit
der Reaktionen,38

28~作用 Gegenwirkung,10

7128₉ 灰

37~泥 Mörtel, 14,54,55

7129₆ 原

17~子 Atome,9,32

~子假說 Atomhypothese, ... 32

~子量表 Tabelle der Atomgewichte,32

7132₇ 馬

60~口鐵 Weissblech, 70

88~鈴薯澱粉爲碘之試藥 Kartoffelstärke als Jodreagens, 40

7173₂ 長

10~石 Feldspat,14,49,56

7220₀ 剛

10~玉 Korund,56

~玉粉 Schmirgel,56

7280₆ 質

50~素 Die Stoffe,1

~素之不變的性質 Unveränderliche Eigenschaften der Stoffe,1

~素之不定的性質 Veränderliche Eigenschaften der Stoffe,1

~素之形狀 Gestalt der Stoffe, 1

~素之重量 Gewicht der Stoffe, 2

~素之多數性質 Anzahl der Eigenschaften der Stoffe, ...3

~素之定義 Definition von Stoff, 2

~素之存在 Bestehen der Stoffe, 1

~素之本質 Wesen der Stoffe, ...2

~素之性質 Eigenschaften der Stoffe, 2,12

~素量 Menge der Stoffe, 1

~素與混合物 Stoffe und Gemenge, 3,4

60~量作用 Massenwirkung, 18, 36,43

7521₈ 體

25~積 Volumen,9

36~溫 Körperwärme,16

7622₇ 陽

27~向游子 Anion, 35,37

41~極 Anode, 35

燭

75~體(深色絳礬) Caput mortuum,58

7710₄ 堅

00~度 Härte, 14

7721₀ 風

24~化 Verwitterung,49,51

7721₇ 肥

94~料 Dünger, 22

7722₀ 用

- 10~二氧化硫漂白 Bleichen mit Schwefeldioxyd, 41
 ~二氧化碳製碳 Kohlenstoff aus Kohlendioxyd, 26
 ~電使金屬析出 Metallabscheidung durch Elektrizität, 62, 63
 19~硝肥田 Düngen mit Salpeter, 44
 26~颯呼吸 Atmen durch Kiemen, 27
 80~氯漂白 Bleichen mit Chlor, 29
 ~氯消毒 Chlor zur Desinfektion, 29
 ~氯消除惡味 Beseitigung von Geruch durch Chlor, 29
 ~食鹽製造蘇打 Soda aus Kochsalz, 52
 86~鋁生工作, 熱及熱度 Arbeit, Wärme, Hitze, durch Aluminium, 14

(7722₀) 同

- 50~素異形之形式 Allotrope Formen, 41
 ~素異形之矽 Allotroper Kiesel, 49
 ~素異形之游子 Allotrope Ionen, 58
 ~素異形之質素 Allotrope Stoffe, 24
 ~素異形之磷 Allotroper Ph-

ospher, 46

72~質二像 Dimorphio, 67

95~情墨水 Sympathetische Tinte, 62, 65

陶

66~器 Tongerät, 56

~器之顏色 Farbe von Tonwaren, 58

7722₂ 膠

72~質物 Gallerte, 49

75~體氫氧化鐵 Kolloides Ferrhydroxyd, 53

7722₇ 骨

~ Knochen, 46

71~灰 Knochenasche, 46

7740₇ 學

16~理與實驗 Theorie und Praxis, 50

7744₀ 丹

77~尼爾電池 Daniellsche Kette, 64

7744₁ 异

72~質同像之鹽 Isomorphe Salze 60

7750₅ 母

30~液 Mutterlange, 38

7772₀ 印

21~版 Druckplatten, 44

67~照片之木樞 Kepterrahmen, 69

72~刷用鉛字 Buchdruckerlett-
ern, 28

7777₂ 關

08~於動物化學的 Tierchemisc-
hes,
..... 13, 16, 22, 26, 27, 46, 57

~於植物化學的 Pflanzenchem-
isches,13,
14, 22, 27, 40, 41, 46, 52, 53, 57

7780₁ 與

20~重量成比例之性質 Eigensch-
aften proportional dem
Gewicht,7

7780₇ 閃

10~電 Blitz,22

80~鋅鏤 Zinkblende, 63

7810₇ 鹽

~ Salze, 50, 66, 68

13~酸 Salzsäure,17, 28

~酸之電解 Elektrolyse von
Salzsäure,35

~酸之製備 Herstellung von
Salzsäure,36

22~係電解質 Salze sind Elekt-
rolyte, 37

26~泉 Salzsolen, 50

30~之定義 Definition von Salz,
.....30

~之溶解度 Löslichkeit von
Salzen, 50

~之沸點 Siedepunkt der Sal-

zsäure, 37

~之構成 salzbildung,36, 37

35~濃厚架 Gradierwerke,50

44~基 Basen, 30, 33

7823₁ 陰

27~向游子 Kation,35, 36, 37

41~極 Kathode,35

8010₉ 金

~ Gold,15, 71

22~片 Goldblatt, 29

37~泡沫 Goldschaum,28

72~剛鑽 Diamant,24

77~屬 Metalle, 50

~屬之沸騰 Metalle sieden, ...12

~屬之蒸氣密度 Dampfdichte
von Metallen,63

~屬之氫化合物 Metallhyd-
roxyde, 37

~屬之煨燒 Rösten von Met-
allen,63

~屬與硝酸 Metalle und Sal-
petersäure, 44

~屬氧化物構成鹽 Metalloxy-
de zur Salzbildung,37

~與攝影術 Gold zur Photo-
graphie, 69

78~鹽 Goldsalz,71

80~氰化鉀 Kaliumgoldcyanid,
.....71

8011₆ 鏡

17~子背面所塗之物 Spiegelbel-

ag, 67
 83~鈹鏡 Eisenglanz, 58

8011₇ 氯

~ Chlor, 13
 12~水之製備 Darstellung von Chlorwasser, 29
 13~酸鉀 Kalkumchlorat, kalium chloricum, 11, 12, 28, 38, 52, 61
 24~化亞銅 kupferchlorür, 65
 ~化物 Chloride, 28, 37
 ~化氫 Chlorwasserstoff, 17, 28
 ~化氫之製備 Herstellung von Chlorwasserstoff, 36
 ~化鈣 Chlorcalcium, 23, 54
 ~化鈣之製備 Herstellung von Calciumchlorid, 37
 ~化銨 Chlorammonium, 52
 ~化鐵 Ferrichlorid, Eisenchlorid, 58
 ~化鈉(石鹽) Chlornatrium, 50
 ~化鉀 Chlorkalium, 52
 ~化鋇 Chlorbaryum, 37, 55
 ~化銅 Kupferchlorid, 28, 65
 ~化銅之製備 Herstellung von Kupferchlorid, 37
 ~化銀 Chlorsilber, 37, 68
 ~化銻 Antimouchlorid, 28
 30~之製備及性質 Darstellung

u. Eigenschaften des Chlors, 28, 38, 54
 ~之反應 Chlorreaktion, 38
 ~之氧化物 Sauerstoffverbindungen des Chlors, 38
 34~爲消毒劑 Chlor als Desinfektionsmittel, 29
 47~根 Chlorion, 37
 77~與水 Chlor und Wasser, 29

氫

~ Wasserstoff, 13
 30~之製備 Darstellung von Wasserstoff, 17
 36~溴酸 Bromwasserstoffsäure, 39
 47~根 Wasserstoffion, 37
 80~氫酸 Blausäure, Cyanwasserstoffsäure, 48
 ~氧化鈣 Calciumhydroxyd, 53
 ~氧化銨 Ammoniumhydroxyd, 5, 61
 ~氧化鈉 Atznatron, 10, 23
 ~氧化鈉 Natron, 30, 31, 50
 ~氧化鈉之電解 Elektrolyse von Natron, 35
 ~氧化鋇 Strontian, 55
 ~氧化鋇 Baryt, 55
 ~氧化鉻 Chromhydroxyd, 61
 ~氧化鎂 Magnesiumhydroxyd, 39

- (80) ~ 氧化合物 Hydroxyde, ... 37
 ~ 氧化合物與水 Hydroxyd und Wasser, ... 65
 ~ 氧化鐵(氫氧化鐵藥劑) Ferrhydroxyd, ferrum oxydatum dialysatum, ... 58
 ~ 氧化鉀 Kali, ... 31, 44, 52
 ~ 氧化銅 Kupferhydroxyd, ... 37
 ~ 氣火焰及其熱度 Wasserstoffflamme und ihre Hitze, ... 18

8013₂ 鉍

- 27 ~ 網 Drahtnetz, ... 6

8014₁ 鉍

- ~ Zink, ... 15, 63
 26 ~ 白(氧化鉍)Zinkweiss, ... 63
 40 ~ 皮 Zinkblech, ... 17
 47 ~ 根 Zinkion, ... 63
 98 ~ 粉 Zinkstaub, ... 17, 63

8014₇ 鉍

- 14 ~ 珐瑯質 Emaillieren, ... 56
 80 ~ 鉍之表層 Zinküberzüge, ... 63
 86 ~ 鎳 Vernickeln, ... 15, 62
 ~ 鎳之表層 Nickelüberzüge, ... 62
 87 ~ 銀 Versilbern, ... 68

8018₆ 鉍

- ~ Erz, ... 43
 91 ~ 類變色龍 Mineralisches Chamaëleon, ... 60

8021₇ 氫

- ~ Cyan, ... 48
 24 ~ 化鈉 Cyannatrium, ... 52
 ~ 化鉀 Kaliumcyanid, Cyankalium, ... 48
 ~ 化銀 Cyansilber, ... 48, 68
 47 ~ 根 Cyanion, ... 52

8022₇ 分

- 17 ~ 子 Molekel·en, ... 34
 ~ 子式 Molekularformeln, ... 34
 ~ 子量 Molekulargewicht, Molargewicht, ... 34
 ~ 子學說 Molekulartheorie, ... 34
 27 ~ 解量 Zerlegungsgewicht, ... 32
 42 ~ 析 Analyse, ... 33
 ~ 析化學 Analytische Chemie, ... 43
 80 ~ 金水 Scheidewasser, ... 44

8033₁ 無

- 42 ~ 機化學 Anorganische Chemie, ... 24
 96 ~ 烟火藥 Rauchlose Pulver, ... 45
 ~ 煤 Anthracit, ... 24

8041₇ 氫

- ~ Ammoniak, ... 45, 52
 10 ~ 一碳酸鈉一法 Ammoniak-Soda-Verfahren, ... 52

8044₁ 并

- 40 ~ 夾 Quetschhahn, ... 18

8051₇ 氧

- ~ Sauerstoff, Oxygenium, 11, 13, 16
 24~化 Oxydation, 64
 ~化劑 Oxydationsmittel, 44
 ~化亞鐵 Eisenoxydul, 58
 ~化汞 Quecksilberoxyd, 12, 28, 33
 ~化汞之還原 Reduktion von Quecksilberoxyd, 18
 ~化物 Oxyde, 16
 ~化鈣 Calciumoxyd, 53
 ~化鐵 Eisenoxyd, 14, 56, 58
 ~化銅 Kupferoxyd, 18
 ~化銅之還原 Reduktion von Kupferoxyd, 18
 ~化鉛 Bleioxyd, 18
 ~化鉛之還原 Reduktion von Bleioxyd, 18
 ~化鉻 Chromoxyd, 61
 80~之循環 Kreislauf des Sauerstoffs, 27
 ~之製備 Darstellung von Sauerstoff, 16
 ~之密度 Dichte des Sauerstoffs, 16
 80~氣發生器 Sauerstoffentwickler, 18

8060₁ 合

- 53~成 Synthese, 33

普

- 27~魯士藍 Preussisch-Blau, ... 59

8040₇ 合

- 10~二氧化碳之泉水 Sauerlinge, 26
 ~惡味之質素 Schlecht riechende Stoffe, 13
 12~水物 Hydrat, 41
 60~量有定之溶液 Lösungen bestimmten Gehaltes, 31

8073₂ 食

- 27~物 Nahrung, 27, 46
 ~物爲能源 Nahrung als Energiequelle, 11, 16, 24
 78~鹽 Kochsalz, Steinsalz, 14, 30, 50

8081₇ 氮

- ~ Stickstoff, 11, 13, 44
 24~化合物之氣味 Geruch der Stickstoffverbindungen, ... 22
 30~之製備及性質 Darstellung und Eigenschaften des stickstoffs, 22

8091₇ 氣

- 12~水 Gaswasser, 45
 30~流之製備 Darstellung von Luftstrom, 23
 41~櫃 Gasometer, 18
 42~機 Gasmaschinen, 18
 71~壓計 Barometer, 67
 75~體 Gasförmige Körper, 9, 10

- (75)~體互相溶解 Gase lösen sich, 16
 ~體引火器 Gaszünder, 71
 ~體發生器 Gasentwickler, 18
 ~體之重量 Gewicht der Gase, 12
 ~體之密度 Gasdichte, ...8, 12, 34
 ~體之混合物 Gasgemisch, ... 17
 ~體之體積比 Raumverhältnisse der Gase, 34
 ~體之性質 Eigenschaften der Gase, 23
 ~體容量定律 Gasvolumengesetz, 34, 35, 41

8112₇ 鈣

- ~ Calcium, 14, 53, 55
 47~根 Calciumion, 53

8151₁ 氫

- 44~基 Hydroxyl, 33
 47~根 Hydroxylion, 37

8212₇ 銹

- ~ Rost, 58

8314₄ 銨

- ~ Ammonium, 45
 78~鹽 Ammoniumsalze, 52

8315₀ 鐵

- ~ Eisenmetall, 15, 57
 30~之游子 Eisenion, 57
 ~之提煉 Herstellung von Eisen, 59
 40~內所含之碳 Kohlenstoff im Eisen, 57

- 44~礬土 Bauxit, 56
 67~明礬 Eisenalaun, 58
 80~鑛 Eisenerze, 57
 ~氫化鉀 Ferricyankalium, ... 59
 ~氫根 Ferricyanion, 59

8316₈ 鎔

- 02~劑 Zuschläge, 59
 50~接 Schweißen, 57
 80~鑛爐 Hochofen, 59

8412₇ 鈉

- ~ Natrium, 10, 14, 18, 50
 30~之製備 Herstellung von Natrium, 51
 ~之火焰 Natriumflamme, ... 51
 44~植物 Natriumpflanzen, 52
 47~根 Natriumion, 51
 78~鹽 Natriumsalze, 52

8413₀ 鈦

- ~ Titan, 13

8414₁ 鑄

- 83~鐵 Gusseisen, 57
 ~鐵之提煉 Gewinnung von Gusseisen, 59

8416₀ 銻

- ~ Kobalt, 15, 62
 14~玻璃 Kobaltglass, 62

8416₁ 錯

- 10~汞根 Komplexes Quecksilberion, 67
 80~金銀根 Komplexes Goldchlorion, 71

8573₀ 缺

- 20~乏活動性之質素 Indifferente Stoffe, 60
61~點 Unvollkommenheit, ... 14

8610₀ 鉑

- ~ Platin,15, 71
26~綿 Platinschwamm,71
34~爲促進劑 Platin als Beschleuniger,64
80~氯化鉑(鉑鹵砂) Ammoniumplatinchlorid, Platinalmiak,71
~氯化鉑 Natriumplatinchlorid, 52

8610₀ 鉀

- ~ Rubidium, 55

8612₇ 錫

- ~ Zinn,15, 70
10~石 Zinnstein, 70
13~酸 Zinnsäure, 70
~酸鹽 Stannate, 70
~酸鉀 Natriumstannat, 70
71~灰 Zinnasche, 70
78~鹽 Zinnsalz, 70
88~箔 Stanniol,70

8613₀ 鏹

- ~ Strontium,55

8614₁ 鐳

- ~ Löten, 52, 63

8615₀ 鉀

- ~ Kalium, 14, 52
10~石鹽 Sylvin,52
30~之火焰 Kaliumflamme, ... 52
47~根 Kaliumion, 52
78~鹽 Kaliumsalze,52

8616₀ 鋁

- ~ Aluminium,14, 56
77~與熱 Aluminium und Wärme,14
78~鹽 Aluminiumsalze,56
98~粉 Aluminiumbronze,56

8618₀ 銀

- ~ Baryum, 55
47~根 Baryumion, 55
78~鹽 Baryumsalze, 42

8619₁ 鎳

- ~ Nickel, 15, 62
87~鋼 Nickelstahl,62

8640₀ 知

- 03~識 Kenntnisse, 14

8660₀ 智

- 22~利硝 Chilesalpeter,44, 51

8711₇ 錳

- ~ Mangan, 15, 60
13~酸根 Manganation, 60
~酸鉀 Kaliummanganat, ... 60

鉍

- ~ Cäsium,55

8712₀ 銅

- ~ Kupfer, 15, 64

- 21~版術 Radierungen, 44
- 30~之傳導率 Leitfähigkeit des Kupfers, 65
- ~之游子 Kupferion, 44

8712₀ 鋼

- ~ Stahl, 57
- 24~化 Cämentieren, 59
- 30~之提鍊 Gewinnung von Stahl, 59
- 84~鑄鐵 Hartguss, 57
- 88~筒 Bomben oder stählerne Flaschen, 29

8712₇ 鍋

- 91~爐內所生之鱗片 Kesselstein, 21

8713₂ 銀

- ~ Silber, 15, 28, 68
- 33~溶液(硝酸銀溶液) Silberlösung, 37, 39, 48
- 78~鹽 Silbersalze, 37, 44
- 80~氰化鉀 Kaliumsilbercyanid, 68

8713₇ 鎚

- 29~鱗 Hammerschlag, 10, 58

8714₇ 鍛

- 33~治 Schmieden, 57
- 83~鐵 Schmiedeeisen, 57
- 85~鍊 Härten von Stahl, Anlassen von Stahl, 57

8716₁ 鉛

- ~ Hblei, 8, 15, 66
- 00~病 Bleikrankheiten, 60
- 22~製水管 Wasserleitung aus Bleirohr, 66
- 26~白(鹼性碳酸鉛) Bleiweiss, 66
- 30~室 Bleikammern, 42
- ~室酸 Kammersäure, 42
- 44~黃 Bleiglätte, 66
- ~樹 Bleibaum, 66
- 77~丹 Mennige, 66
- 90~糖(醋酸鉛) Bleizucker, 66

8716₄ 銻

- ~ Chrom, 15, 61
- 01~顏料 Chromfarben, 61, 66
- 13~酸 Chromsäure, 61
- ~酸根 Chromation, 61
- ~酸銀 Baryumchromat, 61
- 67~明礬 Chromalaun, 61
- 83~鐵礦 Chromeisenstein, 61

8771₂ 飽

- 26~和溶液 Gesättigte Lösungen, 4

8812₇ 銻

- ~ Antimon, 13, 28

8813₄ 鎂

- ~ Magnesium, 14, 26, 30, 55
- 08~放之光 Lichtdurch durch Magnesium, 14, 55
- 30~之燃燒 Verbrennung von Magnesium, 14

47~根 Magnesiumion, ...39, 40, 55

78~鹽 Magnesiumsalze,55

8816₇ 鎗

~ Schiessgewehr,22

9000₀ 小

03~試管 Probierröhrchen,4

60~量杯 Messgläschen,8

9021₁ 光

~ Licht, 46

24~化學作用 Photochemische
Wirkung, 29, 37, 67

34~爲一種工作 Licht ist eine Art
Arbeit, 14

36~澤 Glanz,14

53~或輻射能 Licht oder strah-
lende Energie,21

60~量 Lichtmenge,7

9060₆ 當

23~然如此 Selbstverständlich,
..... 12, 50

60~量 Äquivalente Mengen, ...31

~量 Äquivalent, Äquivalen-
te, 31

~量 Äquivalentgewichte, ...
.....31, 33

9080₀ 火

10~石 Feuerstein, 13, 49

21~柴發光 Leuchten der Stre-
ichhölzchen, 13

35~油 Leuchtpetroleum, Petr-
oleum, 7, 48

~油礦 Petroleumlager, 48

44~藥 Schiesspulver, ... 22, 44, 52

97~焰之顏色 Flammenfärbung,
.....18

~焰及熱之放出 Flamme und
Wärmeentwicklung,18

99~螢蟲 Leuchtkäfer,46

9090₄ 米

~ Meter, 7

9096₇ 糖

~ Zucker,1, 26

30~之結晶與溶解 Kristallisieren
und Lösen von Zucker, ...3, 4

34~爲硫酸之試藥 Zucker als
Schwefelsäurereagens,42

91~類之鑑別 Zuckerarten unt-
erscheiden, 65

9101₇ 恆

21~比定律 Gesetz der Konsta-
nten Proportionen, 13

9148₆ 類

72~質同像之質素 Isomorphe
Stoffe, 61

9181₁ 煙

30~之衍生物 Abkömmlinge der
Kohlenwasserstoffe,48

9281₈ 燈

88~籠 Laterne,10

9383₈ 燃

94~燒 Brennen, 10

- (94)~燒 Verbrennung,10
 ~燒出產品 Verbrennungsprodukt, 11
 ~燒爲能源 Verbrennung als Energiequelle, 16
 ~燒熱 Verbrennungswärme,47
 ~燒時重量之改變 Änderung des Gewichts beim Verbrennen, 10
 ~燒管口上之鉑 Platin zur Brennröhrmündung, 18
 ~料 Brennmateriail,24
- 9386₈ 熔
- 83~鐵 Eisenschmelzen, 45
- 9481₁ 燒
- 10~石灰及石灰攪水 Kalkbrennen und Kalklöschchen,53
 23~縮 Schwinden, 53, 56
 81~瓶 Kolben, 11
 94~煤 Kohlenbrennen, 24
- 9489₄ 煤
- 00~膏 Steinkohlenteer,48
 20~焦油顏料 Teerfarbstoffe, ... 48
 22~絲 Kohlefäden, 24
 30~之燃燒 Kohleverbrennung, 16
 64~爲能源 Kohle als Energiequelle,24
- 80~氣 Leuchtgas,25, 45, 48
 96~烟 Russ, 24
- 9501₀ 性
- 72~質之正確度 Genauigkeit der Eigenschaften, 12
 ~質之檢驗 Eigenschaften untersuchen, 12
- 9589₆ 煉
- 80~金術 Goldmacherei,13
 ~金者 Alchemisten, 13, 46
- 9604₇ 慢
- 95~性燃燒 Langsame Verbrennung,46
- 9680₀ 烟
- 12~水晶 Rauchquarz, 49
 41~櫛 Abzüge,28
- 9683₂ 爆
- 98~炸氣 Knallgas,17, 18
 ~炸氣火 Knallgasflamme, ...18
- 9084₇ 煨
- 94~燒 Rösten,43
- 9881₁ 炸
- ~ Sprengen, 22
- 9892₇ 粉
- 23~狀沈澱及雪片似的沈澱 Pulveriger und flockiger Niederschlag, 37

德文索引

A

Abdampfschalen 蒸發皿30
 Abkömmlinge der Kohlenwasserstoffe 煙之衍生物48
 Abzüge 烟榻28
 Acetylen 乙炔54
 Aggregatzustände 集團態9
 Alabaster 雪花石膏53
 Alaun 明礬56
 Alchemisten 煉金者13, 46
 Alkalimetalle 鹼金屬14, 53, 55
 Allotrope Formen 同素異形之形式41
 Allotrope Ionen 同素異形之游子58
 Allotroper Kiesel 同素異形之矽49
 Aluminium 鋁14, 56
 Aluminium und wärme 鋁與熱14
 Aluminiumacetal 醋酸鋁56
 Aluminiumbronze 鋁粉56
 Aluminiumsalze 鋁鹽56
 Aluminiumsulfat 硫酸鋁56

Amalgam 汞齊67
 Amethyst 紫水晶49
 Ammoniak 氨45, 52
 Ammoniak-Soda-Verfahren 氨-碳酸鈉-法52
 Ammonium 銨45
 Ammoniumhydroxyd 氫氧化銨45
 Ammoniumplatinchlorid 鉑銨化銨71
 Ammoniumsalze 銨鹽52
 Analyse 分析33
 Analytische Chemie 分析化學43
 Ändern 改變11, 21
 Anhydrid 酐41, 45
 Anilinfarben 苯胺染料48
 Anion 陽向游子35, 37
 Anlassen von Stahl 鍛鍊57
 Anode 陽極35
 Anorganische Chemie 無機化學24
 Anschauung 觀念35
 Anthracit 無烟煤24
 Antimon 銻13, 28
 Antimonchlorid 氯化銻28
 Anzünden 點火16

Äquivalent 當量	31
Äquivalente 當量	31, 32
Äquivalente Mengen 當量	31
Äquivalentgewichte 當量	31, 33
Arbeit (Reibung) 工作 (摩擦)	5
Arbeit, Umwandlungen 工作 之轉變	11
Arbeit, Wärme, Hitze durch Aluminium 用鋁生工作, 熱及 熱度	14
Arsen 砷	13
Atmen durch Kiemen 用鰓呼 吸	27
Atmosphäre 大氣壓	21
Atome 原子	9, 32
Atomgewichte, Tabelle 原子量 表	32
Atomhypothese 原子假說	32
Ätznatron 氫氧化鈉	10, 23
Ätzsublimat 昇汞 (氯化汞)	67
Ausdehnung von Wasser und Glas 水及玻璃之膨脹	19
Auskopieren 晒照片	69
Ausscheiden (Kristallisieren) 結晶	4
Auswaschen von Gold 淘金	71
B	
Barometer 氣壓計	67
Barometerblumen 花狀氣壓計	62
Baryt 氫氧化鋇	55
Baryum 鋇	55

Baryumchromat 鉍酸鋇	61
Baryunion 鋇根	55
Baryumkarbonat 碳酸鋇	55
Baryumnitrat 硝酸鋇	55
Baryumsalze 鋇鹽	42
Baryumsulfat 硫酸鋇	55
Basen 鹼基	30, 33
Basen, schwache 弱鹼基	63
Bauxit 鋁礬土	56
Begrenzte Empfindlichkeit 有 限感應性	41
Beizen 媒染劑	56
Benennung, doppelte 雙料名 稱	38
Bonzin 石油	48
Benzol 苯	48
Bergblau 扁青石	37
Bergkristall 水晶	13, 49
Berliner Blau 柏林藍	59
Beschleuniger 促進劑	42
Bichromation 重鉍酸根	61
Bier 啤酒	26
Bittersalz 苦鹽 (硫酸鎂)	14, 42, 55
Bitterwasser 苦水 (含硫酸鎂之 水)	55
Blausäure 氫氰酸	48
Blei 鉛	8, 15, 66
Bleibaum 鉛樹	66
Bleichen mit Chlor 用氯漂白	29
Bleichen mit Schwefeldioxyd 用二氧化硫漂白	41
Bleichkalk 漂白粉	38
Bleichlauge 漂白液	38

Bleiglanz 方鉛礦……………66
 Bleiglätte 鉛黃……………66
 Bleikammern 鉛室……………42
 Bleikrankheiten 鉛病……………66
 Bleioxyd 氧化鉛……………18
 Bleiweiss 鉛白(鹼性碳酸鉛)……………66
 Bleizucker 鉛糖(醋酸鉛)……………66
 Blitz 閃電……………22
 Blitzlicht 電火……………55
 Blutlaugensalz 黃血鹽……………59
 Bomben, Stahlerne Flaschen
 鋼筒……………29
 Boyle 波義耳……………46
 Brandt 布朗德……………46
 Brauneisenstein 褐鐵岩……………58
 Braunkohle 褐煤……………24
 Braunstein 二氧化錳…11, 15, 28, 60
 Brennen 燃燒……………10
 Brennglas zum Anzünden 點
 火鏡……………12
 Brennmaterial 燃料……………24
 Brom 溴……………13
 Brom, Eigenschaften u. Her-
 stellung 溴之性質及製備……………39
 Bromcalcium 溴化鈣……………52
 Bromkalium 溴化鉀……………52
 Brommagnesium 溴化鎂……………39
 Bromnatrium 溴化鈉……………39
 Bromsilber 溴化銀……………39, 68, 69
 Bromsilbergelatinetrockenpl-
 atten 溴化銀膠質乾片……………69
 Bromwasser 溴水……………39
 Bromwasserstoff, Herstellung

溴化氫之製備……………39
 Bromwasserstoffsäure 氫溴酸……………39
 Brunnenwasser 井水……………70
 Buchdruckerlettern 印刷用鉛
 字……………28
 Bücher 書籍……………16
 Bürette 滴管……………31

C

Cal = Kalorie 卡(羅里)……………20
 Calcium 鈣……………14, 55
 Calciumearbid 碳化鈣……………54
 Calciumchlorid, Herstellung
 氯化鈣之製備……………37
 Calciumhydroxyd 氫氧化鈣……………53
 Calciumion 鈣根……………53
 Calciumkarbonat 碳酸鈣……………53
 Calciummetall 鈣……………53
 Calciumoxyd 氧化鈣……………53
 Calciumphosphat 磷酸鈣……………53
 Calciumsulfat 硫酸鈣……………53
 Calomel 甘汞(氯化亞汞)……………67
 Cämentieren 鋼化……………59
 Cämentstahl 碳浸鋼……………59
 Caput mortuum 髒體(深色絳
 礬)……………58
 Carnallit 砂金石……………52, 55
 Cäsium 鉀……………55
 Celloidinpapier 照相紙……………69
 Celsius 攝爾修斯……………6
 Cerussit 白鉛礦……………66
 Chemie 化學……………1

Chemische Industrie 化學工業	16
Chemische Technologie 工業化學	56
Chemische Vorgänge 化學作用	10, 11
Chemischer Grossbetrieb 大化學工業	19
Chilesalpeter 智利硝	44, 51
Chlor 氯	13
Chlor, Darstellung, Eigenschaften 氯之製備及性質	28, 38, 54
Chlor, flüssig 液態氯	29
Chlor, Sauerstoffverbindungen 氯之氧化物	38
Chlor und Wasser 氯與水	92
Chlor zur Desinfektion 用氯消毒	29
Chlorammonium 氯化銨	52
Chlorbaryum 氯化鋇	37, 55
Chlorcalcium 氯化鈣	23, 54
Chloride 氯化物	28, 37
Chlorion 氯根	37
Chlorkalium, 氯化鉀	52
Chlorkalk 漂白粉	13, 29, 38, 54
Chlornatrium 氯化鈉	50
Chloroform 三氯化甲烷	48
Chlorreaktion 氯之反應	38
Chlorsaures Kalium 氯酸鉀	38
Chlorsilber 氯化銀	37, 68
Chlorwasser, Darstellung 氯水之製備	29
Chlorwasserstoff 氯化氫	17, 28
Chlorwasserstoff Herstellung	

氯化氫之製備	36
Chrom 鉻	15, 61
Chromation 鉻酸根	61
Chromalun 鉻明礬	61
Chromeisenstein 鉻鐵礦	61
Chromfarben 鉻顏料	61, 66
Chromhydroxyd 氫氧化鉻	61
Chromion 三價鉻根	61
Chromoion 二價鉻根	61
Chromoxyd 氧化鉻	61
Chromsäure 鉻酸	61
Chromtrioxyd 三氧化鉻	61
Cölestin 天青石	55
Cuprion 二價銅根	65
Cuproion 一價銅根	65
Cyan 氰	48
Cyanion 氰根	52
Cyankalium 氰化鉀	48, 52, 71
Cyannatrium 氰化鈉	52
Cyansilber 氰化銀	48, 68
Cyanwasserstoffsäure 氫氰酸	48

D

Dampf 蒸氣	6
Dampfdichte von Metallen 金屬之蒸氣密度	63
Dampfheizung 水蒸氣爐	21
Dampfmaschine 蒸氣機	14
Daniell'sche Kette 丹尼爾電池	64
Denkbar 可思議	33
Desinfektionsmittel, Chlor 氯為消毒劑	29

Destillieren 蒸餾 39

Diamant 金剛鑽 24

Diaspor 水鋁石 56

Dichte 密度 8, 14

Dichte und Atomgewicht 密度
與原子量 34

Dichte von festen Körpern 固
體之密度 8

Dichte von Flüssigkeiten 液體
之密度 8

Dichte von Gasen 氣體之密度
..... 8, 12

Diffusion 滲透 39

Dimorphie 同質二像 67

Dippel 提培爾 59

Dolomit 白雲石 14, 55

Doppelbrechung 重屈折 53

Doppelsalz 重鹽 54, 56

Doppelspat 冰洲石 53

Doppelte Benennung 雙料名
稱 55

Doppeltkohlen-saures Natron
碳酸氫鈉 51

Drahtnetz 鉗網 6

Dreifuss 三角架 6, 10

Druck 壓力 9

Druckplatten 印版 44

Düngen mit Salpeter 用硝肥
田 44

Dünger 肥料 22

E

Ebbe und Flut 潮水漲落 27

Edle Metalle 貴金屬 15

Eigenschaften, Chemische 化
學性質 12

Eigenschaften, Genauigkeit 性
質之正確度 12

Eigenschaften, Physikalische
物理性質 13, 14

Eigenschaften, Proportional
dem Gewicht 與重量成比例
之性質 7

Eigenschaften, Untersuchungen
性質之檢驗 12

Einheit, natürliche 自然單位 7

Einheit, willkürliche 任意選擇
之單位 7

Einheitenverhältnis 單位之比
率 7

Einteilung der Elemente 元素
分類 14

Eis 冰 20

Eisblumen 冰花 20

Eisen 鐵 15

Eisen, Herstellung 鐵之提鍊 59

Eisen, Verbrennen 使鐵燃燒
..... 10, 11

Eisenaun 鐵明礬 58

Eisencarbid 碳化鐵 57, 59

Eisenchlorid 氯化鐵 58

Eisenerze 鐵礦 57

Eisenglanz 鏡鐵礦 58

Eisenion 鐵之游子 57

Eisenmetall 鐵 57

Eisenoxyd 氧化鐵14, 56, 58
 Eisenoxydul 氧化亞鐵58
 Eisenschmelzen 熔鐵.....45
 Eisenspat 菱鐵礦.....57
 Eisenvitriol 綠礬 (硫酸亞鐵)···
 22, 43, 57, 58
 Eismaschinen 製冰機.....26
 Eispunkt 冰點5
 Eiweiss 蛋白質.....43
 Elastizität 彈性.....57
 Elektrischer Strom 電流 ..64, 68
 Elektrische Arbeit 電工作.....35
 Elektrizität 電35, 59
 Elektrizitätsmesser 電計64
 Elektrode 電極.....35
 Elektrolyse 電分解
 35, 36, 39, 50, 62, 63
 Elektrolyt 電解質35
 Elektrolyte sind Salze 電解質
 爲鹽.....37
 Elemente, Chemische 化學元
 素.....13
 Elemente, die vier 四元素22
 Elemente, elektrische 電元素.....64
 Elemente, freie 自由元素.....13
 Elemente, galvanische 濕電池···63
 Emaillieren 鍍珐瑯質.....56
 Empfindliches Reagene 感應
 試藥.....41
 Empfindlichkeit der Reaktio-
 nen 反應之感應度38
 Energie 能11, 18, 22, 41, 47, 54
 Energie Chemische 化學能.....11

Energie verschwende 能之耗
 費.....11
 Englischrot 英國紅 (淺色絳礬)
58
 Enthalten 包含.....13, 50
 Entwickler 顯影液.....69
 Entwicklungspapiere 顯影紙···69
 Erdalkalimetalle 土金屬··14, 53, 55
 Erde, ein Gemenge 土爲混合
 物.....14
 Erdmetalle 土金屬14, 56
 Erfahrung 經驗14
 Erstarrungspunkt 凝固點.....5, 10
 Erz 礦.....43
 Essigsäure 醋酸36

F

Faltenfilter 摺合濾紙.....38
 Faraday 法拉第62
 Farbe 顏色2, 14
 Farbe, Abhängigkeit von der
 Temperatur 顏色與溫度之關
 係.....12
 Farbe, Abhängigkeit von der
 Zerteilung 顏色與分裂程度之
 關係2
 Farbe des Erdreichs 地面之顏
 色.....57
 Farbe verschieden grosser
 Teilchen 大小不同之顆粒之顏
 色.....67
 Farbe von Tonwaren 陶器之

顏色.....58

Farben dünner Blättchen 薄片之顏色57, 65

Fayence 芳社瓷56

Federwage 彈簧秤7

Feldspat 長石14, 49, 56

Ferrichlorid 氯化鐵58

Ferrieyanion 鐵氰根59

Ferrieyankalium 鐵氰化鉀59

Ferrihydroxyd 氫氧化鐵, 58...
Ferrihydroxyd, kolloides 膠體
氫氧化鐵.....58

Ferriion 三價鐵根58

Ferro-, Ferri-, gegenseitige Umwandlung 三價鐵根及二價鐵根之相互轉變.....58

Ferroion 二價鐵根.....57, 58

Ferrocyanion 亞鐵氰根.....59

Ferrocyankalium 亞鐵氰化鉀.....59

Ferrosulfat 硫酸亞鐵.....57

Ferrum oxydatum dialysatum 氫氧化鐵藥劑.....58

Feuerstein 火石.....13, 49

Filter 濾器3

Filtrierpapier 濾紙3

Formarten 狀態.....9, 24, 41

Formel, chemische 化學式.....32, 33

Formeltabelle 化學式表.....33

Flamme, Wärmeentwicklung 火焰, 熱之放出18

Flammenfärbung 火焰之顏色.....18

Flüchtig 帶揮發性的.....19, 24

Flüssige Elemente 液態元素.....39

Flüssigkeiten, Kugelform 液體, 球狀11

G

Gallerte 膠質物49

Galmei 亞鉛礦.....63

Galvanische Elemente 濕電池.....64

Galvanometer 電流計64

Galvanoplastik 電鑄術.....65

Gas im Leeren Raum 真空中之氣體.....17

Gas Sammeln 聚集氣體.....16

Gas trocknen 使氣體乾燥23, 36

Gasdichte 氣體之密度.....34

Gase, Eigenschaften 氣體之性質.....23

Gase Lösen Sich 氣體互相溶解.....16

Gasentwickler 氣體發生器.....18

Gasentwicklungsrohr 發氣管.....12

Gasgemisch 氣體之混合物.....17

Gasmaschinen 氣機.....18

Gasometer 氣櫃18

Gasvolumengesetz 氣體容量定律34, 35, 41

Gaswasser 氣水45

Gaszünder 氣體引火器71

Gegenstrom 逆流19

Gefrieren Durch Sieden 因沸騰而凝固.....26

Gegenwirkung 反作用10

Gelatine, wasserlösliche 可溶於水中之膠質物.....61

- Gemenge, Erkennung und Trennung 混合物之辨識與分離1
- Gemenge, Trennung 混合物之分離3
- Gerbsäure 鞣酸57
- Geruch, Beseitigung Durch Chlor 用氯消除惡味29
- Geruch der Stickstoffverbindungen 氮化合物之氣味22
- Gesamtgewicht 總重量12
- Gesetz(s. Naturgesetz) 定律(參閱自然定律)5, 13, 28
- Gesetz der konstanten Proportionen 恆比定律13
- Gesetz von der Erhaltung der Elemente 元素常住定律13, 33
- Gesetz von der Erhaltung der Energie 能常住定律47
- Gesetz von der Erhaltung des Gewichts 重量常住定律13, 33
- Gestein 岩石49
- Gewicht 重量7
- Gewicht, Änderung beim Verbrennen 燃燒時重量之改變10
- Gewicht der Gase 氣體之重量12
- Gewicht der Luft 空氣之重量12
- Gewicht, Veränderlichkeit 重量之可變性7
- Gewichtskonstanz 重量之常住性12
- Gewichtsverhältnisse 重量比率12
- Gewöhnung 習慣70
- Gips 石膏14, 42, 53
- Glanz 光澤14
- Glas 玻璃49
- Glas, Ausdehnen, Springen durch Hitze 玻璃因熱而膨脹及破裂4
- Glas biegen 彎玻璃11
- Glas, biegsam 可彎的玻璃4
- Glas blasen 吹玻璃19, 54
- Glas giessen 澆玻璃54
- Glas, Herstellung 玻璃之製造54
- Glas, lösen 溶玻璃21
- Glas schleifen 磨玻璃39
- Glas schneiden 割玻璃11
- Glas sprengen 使玻璃破裂35
- Glasrohr 玻璃管18
- Glaser 瑤瑯質56
- Glauber 格勞柏42
- Glaubersalz 芒硝30, 42, 51
- Gleichgewicht 平衡36
- Gleichung 方程式13
- Gleichungen, Chemische 化學方程式33, 47
- Gletscher, blaue Farbe 冰河之青色20
- Glimmen 微灼10
- Glimmer 雲母49
- Gold 金15, 71
- Gold in Königswasser 王水中之金71
- Gold zur Photographie 金與攝影術69

Goldblatt 金片..... 29
 Goldmacher i 煉金術.....13
 Goldpurpur 紫金色.....71
 Goldsalz 金鹽.....71
 Goldschaum 金泡沫.....28
 Gummiballon 橡皮球.....13,17
 Gummidrucke 樹膠像片.....61
 Gusseisen 鑄鐵.....57
 Gusseisen, Gewinnung 鑄鐵之
 提鍊..... 59
 Gradierwerke 鹽濃厚架.....50
 Gramm 克.....7
 Granit 花崗石.....3,49
 Graphit 石墨.....24
 Graphit, Elektrizitätsleiter 石
 墨爲導電體..... 65
 Grubengas 坑氣..... 48
 Grünfeuer 綠色焰火.....55
 Gruppen von Elementen 元素
 羣.....13,14

H

Hahnrichter 活塞漏斗.....43
 Halogene 鹵素.....40
 Hammerschlag 鎚鱗.....10,58
 Härte 堅度.....14
 Härten von Stahl 鍛鍊.....57
 Hartguss 鋼鑄鐵.....57
 Heberrohr 吸管.....18
 Hefe 麴.....26
 Hitze, hohe 高溫.....18
 Hochofen 鎔鐵爐..... 59

Höllenstein 地獄石(硝酸銀)..... 68
 Holz 木材..... 24
 Holz, Pilzschutz 木材之防腐.....63
 Holz verbrennen 使木材燃燒.....11
 Holzasche 木材灰.....14
 Holzkohle 木炭.....13,24
 Honigzucker 蜜糖.....65
 Hornsilber 角銀礦.....68
 Humus 腐植土.....57
 Hundertpunkt 百度點.....6
 Hebelwage 槓杆.....7
 Hüttenkunde 冶金學.....43
 Hydrargillit 水礬土.....56
 Hydrargyrum 液態銀(水銀).....67
 Hydrat 含水物.....41
 Hydrolyse 水分解.....56
 Hydroxyd und Wasser 氫氧
 化合物與水.....65
 Hydroxyde 氫氧化合物.....37
 Hydroxyl 羥基.....33
 Hydroxylion 羥根.....37
 Hypobromition 次溴酸根.....39
 Hypochlorition 次氯酸根.....38

I

Indifferente Stoffe 缺乏活動性
 之質素..... 60
 Instinkt 直覺.....28
 Ion 游子.....36,37,50
 Ionen und Elektrizität 游子與
 電..... 59,60
 Ionengleichungen 游子方程式

..... 64, 68
Isomorphe Salze 異質同像之鹽 ····· 60

J

Jod 碘 ····· 13
Jod, Eigenschaften 碘之性質 ····· 40
Jodion 碘根 ····· 40, 52
Jodkalium 碘化鉀 ····· 52
Jodmagnesium 碘化鎂 ····· 40
Jodsilber 碘化銀 ····· 68
Jodstärke 碘澱粉 ····· 40
Jodtinktur 碘醇液 ····· 13
Jodwasserstoff 碘化氫 ····· 40
Joule 焦耳 ····· 47

K

Kali 氫氧化鉀 ····· 31, 44, 52
Kalium 鉀 ····· 14, 52
Kalium chloricum 氯酸鉀 ····· 11
Kaliumbichromat 重鉻酸鉀 ····· 61
Kaliumbromat 溴酸鉀 ····· 39
Kaliumchlorat 氯酸鉀 ·····
..... 11, 12, 28, 38, 52, 61
Kaliumcyanid 氰化鉀 ····· 48
Kaliumferrocyanid 亞鐵氰化
鉀 ····· 59
Kaliumflamme 鉀之火焰 ····· 52
Kaliumgoldcyanid 金氰化鉀 ····· 71
Kaliumion 鉀根 ····· 52
Kaliumkarbonat als Trocken-
mittel 碳酸鉀為乾燥劑 ····· 52

Kaliummanganat 錳酸鉀 ····· 60
Kaliumnitrat 硝酸鉀 ····· 41, 52
Kaliumpermanganat 過錳酸鉀 ····· 60
Kaliumsalze 鉀鹽 ····· 52
Kaliumsilbercyanid 銀氰化鉀 ····· 68
Kalk, gebrannt 生石灰 ····· 14
Kalkbrei 石灰漿 ····· 14
Kalkbrennen, Löschen 燒石灰
及石灰攪水 ····· 53
Kalkmilch, eine Base 石灰乳
為鹽基 ····· 30
Kalkspat 方解石 ····· 53
Kalkstein 石灰石 ····· 14, 53
Kalkwasser 石灰水 ····· 24, 53
Kältemischung 冷劑 ····· 23
Kamera 照相機 ····· 69
Kammersäure 鉛室酸 ····· 42
Kartoffelstärke als Jodreagens
馬鈴薯澱粉為碘之試藥 ····· 40
Kassette 底片匣 ····· 69
Katalyse 觸媒作用 ····· 29
Katalysator 觸媒劑 ····· 28
Katalytische Wirkungen 觸媒
作用 ····· 16, 71
Kathode 陰極 ····· 35
Kation 陰向游子 ····· 35, 36, 37
Kenntnisse 知識 ····· 14
Kerze 蠟燭 ····· 10
Kerzenflamme 蠟燭火 ····· 17
Kesselstein 鍋爐內所生之鱗片 ····· 21
Kiesel 矽 ····· 13, 49
Kieselsäure 矽酸 ····· 13, 49
Kilo 仟 ····· 7

- Kilogrammometer 仟克米 47
- Knallgas 爆炸氣 17, 18
- Knallgasflamme 爆炸氣火 18
- Knierohr 彎成直角形之玻璃管 18
- Knochen 骨 46
- Knochenasche 骨灰 46
- Kobalt 鈷 15, 62
- Kobaltglas 鈷玻璃 62
- Kochsalz 食鹽 14, 30, 50
- Kohle als Energiequelle 煤為
能源 24
- Kohle zur Eisengewinnung
冶鐵所用之煤 59
- Kohleisen 碳化鐵 57, 59
- Kohlefaden 煤絲 24
- Kohlenbronnen 燒煤 24
- Kohlendioxyd 二氧化碳
..... 10, 16, 24, 30, 33
- Kohlendioxyd, Darstellung,
Eigenschaften 二氧化碳之製
備及性質 26
- Kohlendioxyddruck 二氧化碳
之壓力 54
- Kohlendioxydquellen 二氧化
碳之源 26
- Kohlenoxyd 一氧化碳 25, 33
- Kohlensäure 碳酸 26, 37, 51
- Kohlensäure, schwache Säure
碳酸為弱酸 30
- Kohlensäureanhydrid 碳酐 47
- Kohlensäurebomben 碳酸鋼筒 26
- Kohlenstifte 炭條 24
- Kohlenstoff 碳 13, 24, 47, 48
- Kohlenstoff aus Kohlendioxyd
用二氧化碳製碳 26
- Kohlenstoff, Formarten 碳之
狀態 24
- Kohlenstoff im Eisen 鐵內所
含之碳 57
- Kohlenstoff, Kreislauf 碳之循
環 27
- Kohlenwasserstoffe 碳化氫 48
- Kohleverbrennung 煤之燃燒 16
- Kolben 燒瓶 11
- Kolloide 懸膠 49
- Komplexe Ionen 複根 59
- Komplexes Goldchlorion 錯金
氯根 71
- Komplexes Quecksilber-Ion
錯汞根 67
- Königswasser 王水 71
- Konstanz der Energie 能常住 16
- Konzentration 濃度 41
- Kopieren 晒照片 69
- Kopierrahmen 印照片之木框 69
- Kork lochen 軟木塞鑽洞 11
- Körper, feste 固體 9
- Körper, flüssige 液體 9
- Körper, gasförmige 氣體 9, 10
- Körperwärme 體溫 16
- Korund 剛玉 56
- Kräfte 力 11
- Kreide 白堊(或石筆) 14, 24, 26
- Kristalle 晶體 2
- Kristallinisch 晶狀 4
- Kristallisieren 結晶 4

Kristallisieren durch Abkühlung 因冷却而結晶	4
Kristallisieren durch Verdunstung 因蒸發而結晶	4
Kristallisieren von Alaun 明礬之結晶	61
Kristallwasser 結晶水	50, 51
Kubikmeter 立方米	7
Kühler 冷凝器	19
Kunckel 孔克爾	46
Kupfer 銅	15, 64
Kupfer, Leitfähigkeit 銅之傳導率	65
Kupferchlorid 氯化銅	28, 65
Kupferchlorid, Herstellung 氯化銅之製備	37
Kupferchlorür 氯化亞銅	65
Kupferhydroxyd 氫氧化銅	37
Kupferion 銅之游子	44
Kupferlasur 藍銅礦	65
Kupfernitrat 硝酸銅	44
Kupferoxyd 氧化銅	18
Kupfersulfat, Elektrolyse 硫酸銅之電分解	37
Kupfervitriol 藍礬(硫酸銅)	2, 4, 28, 65

L

Lackmus 石蕊	30
Lackmuspapier 石蕊試紙	30
Lackmustinktur 石蕊醇溶液	30
Längeneinheiten 度制單位	7

Längeneinheits 度制	7
Lapis infernalis 硝酸銀	68
Latente Wärme 潛熱	20
Laterne 燈籠	10
Leben 生命	21
Legierung 齊(合金)	60
Lehm 壩母	14, 56
Leicht und schwer 輕與重	8
Leichtmetalle 輕金屬	14
Leim, wasserunlöslich 不溶於水之膠	61
Leiter der Elektrizität 導電體	64
Letten 紅黏土	56
Leuchten des Phosphors 磷之發光	46
Leuchtgas 煤氣	25, 45, 48
Leuchtkäfer 火螢蟲	46
Leuchtpetroleum 火油	48
Licht 光	46
Licht aussenden 放光	55
Licht durch Magnesium 鎂放之光	14, 55
Licht durchlassen 透光	55
Licht durch Acetylen 乙炔所放之光	54
Licht, eine Art Arbeit 光爲一種工作	14
Licht oder strahlende Energie 光或輻射能	21
Lichtbrechung 折光	23
Lichtmenge 光量	7
Löschhut 滅火罩	10
Lösen durch Wärme 由熱而	

溶解 4
 Löslichkeit von Salzen 鹽之溶
 解度 50
 Löslichkeitskurven 溶解度曲線 51
 Lösungen 溶液 4
 Lösungen bestimmten Gehaltes
 含量有定之溶液, 31
 Lösungen, gesättigte 飽和溶液 4
 Lösungen, homogene 均勻溶
 液 4
 Lösungen, Schmelz- und Sie-
 depunkt 溶液之融點與沸點 9
 Löten 鐸 52, 63
 Luft 空氣 10, 16, 22
 Luft, ein Gemenge 空氣為混合
 物 11
 Luft, Eigenschaften 空氣之性
 質 23
 Luft Feuchtigkeitsgrad 空氣之
 濕度 23
 Luft, Gesättigt 空氣為水分所飽
 和 23
 Luft, Wassergehalt 空氣中之
 水分 23
 Luftdicht einwickeln 包得不
 透空氣 70
 Luftstrom, Darstellung 氣流
 之製備 23
 Luftzahl 空氣價 45

M

Magnesia 苦土(氧化鎂) 14, 55

Magnesiä alba 鹼性碳酸鎂(白
 色苦土) 55
 Magnesit 菱苦土礦 55
 Magnesium 鎂 14, 26, 30, 55
 Magnesiumbromid 溴化鎂 39
 Magnesiumhydroxyd 氫氧化
 鎂 39
 Magnesiumion 鎂根 39, 40, 55
 Magnesiumsalze 鎂鹽 55
 Magnet Eisen 磁鐵 58
 Magnetische Energie 磁能,
 58
 Malachit 孔雀石 65
 Mangan 錳 15, 60
 Manganation 錳酸根 60
 Manganperoxyd 二氧化錳 60
 Mangantrichlorid 四氯化錳 60
 Manometer 壓力計 21, 41, 67
 Marmor 大理石 14, 24, 26, 53
 Massenwirkung 質量作用
 18, 36, 43
 Mass 量度 7
 Mayer, Julius Robert 朱理亞,
 羅柏特, 邁爾 47
 Mennige 鉛丹 66
 Mercurius 水銀 67
 Mergel 泥灰土 56
 Messen 測量 7
 Messing 黃銅 63
 Messung oder Versuche 測量
 或試驗 12
 Messungen 量度, 測量 33
 Messgläschen 小量杯 8

Metalle 金屬	50
Metalle, edle 貴金屬	64
Metalle sieden 金屬之沸騰	12
Metalle und Salpetersäure 金屬與硝酸	44
Metallabscheidung durch Elektrizität 用電使金屬析出	62, 63
Metallhydroxyde 金屬之氫氧化合物	37
Metallurgie 冶金學	43
Metalloxyde zur Salzbildung 金屬氧化物構成鹽	37
Meter 米	7
Mineralisches Chamäleon 礦類變色龍	60
Mol 摩爾	34, 41
Molargewicht 分子量	34
Molekeln 分子	34
Molekularformeln 分子式	34
Molekulargewicht 分子量	34
Molekulartheorie 分子學說	34
Monocalciumphosphat 磷酸四氫鈣	53
Mörtel 灰泥	14, 54, 55
Mühle des Lebens 生命之磨	27
Münzen abformen 製硬幣之模型	53
Mutterlauge 母液	38

N

Nahrung 食物	27, 46
------------	--------

Nahrung als Energiequelle 食物爲能源	11, 16, 24
Naphthalin 萘	48
Nase, als Riechorgan 鼻爲嗅覺器官	41
Natrium 鈉	10, 14, 18, 50
Natrium, Herstellung 鈉之製備	51
Natriumbikarbonat 碳酸氫鈉	51
Natriumflamme 鈉之火焰	51
Natriumhypobromit 次溴酸鈉	39
Natriumhypochlorit 次氯酸鈉	38
Natriumhypojodit 次碘酸鈉	40
Natriumion 鈉根	51
Natriumjodat 碘酸鈉	40
Natriumkarbonat, Herstellung 碳酸鈉之製備	50, 51
Natriumnitrat 硝酸鈉	44, 51
Natriumpflanzen 鈉植物	52
Natriumphosphat 磷酸鈉	51
Natriumplatinchlorid 鉑氯化鈉	52
Natriumsalzo 鈉鹽	52
Natriumsilikat 矽酸鈉	49
Natriumstannat 錫酸鈉	70
Natriumsulfat 硫酸鈉	51
Natriumsulfid 硫化鈉	50
Natriumsulfit 亞硫酸鈉	41
Natriumthiosulfat 硫代硫酸鈉	51, 69
Natron 氫氧化鈉	30, 31, 50
Natron, Elektrolyse 氫氧化鈉之電解	35

Naturerscheinungen 自然現象...9
 Naturgesetz 自然定律
 ... 5, 9, 16, 32, 34, 37, 40, 46, 47, 59
 Naturgesetz Entdeckung 自然
 定律之發現 9
 Naturwissenschaft 自然科學1
 Nabel 霧.....6, 23
 Negativ 負35, 69
 Neusilber 德國銀銅(鋅鎳合金).....63
 Neutrale Lösung 中性溶液...30
 Neutrale Salze 中性鹽42
 Neutralisieren 中和.....31, 33
 Nichtmetalle 非金屬13
 Nickel 鎳.....15, 62
 Nickelstahl 鎳鋼.....62
 Nickelüberzüge 鍍鎳之表層.....62
 Niederschlag 沈澱.....26, 30
 Nordhäuser Schwefelsäure 諾
 爾豪曾硫酸.....57
 Normalthermometer 標準溫度
 計6
 Nullpunkt 零點.....5
 Nullstrich (Temperatur) 零劃
 (溫度)5

O

Oberflächenspannung 表面張
 力.....11, 39, 54
 Ocker 赭土類58
 Opal 蛋白石49
 Organische Chemie 有機化學
24, 48

Organische Verbindungen 有
 機化合物.....24
 Organisches 有機的 22
 Oxydation 氧化64
 Oxydationsmittel 氧化劑.....44
 Oxyde 氧化物16
 Oxydieren 使氧化18
 Oxygenium 氧.....16

P

Paraffin 石蠟48
 Partialdruck, Beispiel 部分壓
 力及舉例.....23
 Pendel 擺鐘7
 Permanantweiss 耐久之白顏料
 (硫酸銀).....55
 Permanganation 高錳酸根60
 Perpetuum mobile 永久運動...65
 Petroleum 火油.....7
 Petroleumbenzin 石油48
 Petroleumlager 火油礦.....48
 Pflanzenchemisches 關於植物
 化學的
 ...13, 14, 22, 27, 40, 41, 46, 52, 53, 57
 Phosphor 磷.....13, 22, 41, 46
 Phosphor, allotroper 同素異
 形之磷.....46
 Phosphor, giftig 磷有毒性.....13
 Phosphor, roter 紅磷46
 Phosphor, verbrennen 使磷燃
 燒.....11
 Phosphor, weisser 黃磷46

Phosphorit 磷塊石	46
Phosphoroxyde 磷之氧化物	46
Phosphorpentoxyd 五氧化二磷	46
Phosphorsäure 磷酸	46
Photochemische Wirkung 光 化學作用	29, 37, 67
Photographie 攝影術	68, 69
Physikalische Vorgänge 物理 作用	10
Pipette 移液管	8
Pistill 乳棒	2
Platin 鉑	15, 71
Platin als Beschleuniger 鉑 為促進劑	64
Platin zur Brennröhrenmündung 燃燒管口上之鉑	18
Platinsalmiak 鉑鹵砂 (鉑氯化 銨)	71
Platinschwamm 鉑綿	71
Platten zur Photographie 照 相乾片	69
Pole 極	37
Polieren von Metallen 將金屬 磨光	70
Poröse Wand 有孔壁	50
Porzellan 磁器	56
Porzellanerde 磁土	56
Positiv 正	35
Pottasche 碳酸鉀	14, 52
Preussisch-Blau 普魯士藍	59
Probierröhrchen 小試管	4
Prophezeien 預言	50
Proportionen, multiple 倍比	33

Prüfen 證明	12, 47
Pulveriger, flockiger Nieder- schlag 粉狀沈澱及雪片似的沈 澱	37
Pyrit 黃鐵礦	58

Q

Quarz 石英	49
Quarzsand 石英沙	13
Quecksilber 水銀(汞)	5, 12, 15, 67, 70, 71
Quecksilber, Anwendungen 水銀之用途	67
Quecksilber, flüchtig 水銀含 揮發性	12
Quecksilberjodid 碘化汞	67
Quecksilberoxyd 氧化汞	12, 28, 33
Quecksilbersulfid 硫化汞	32
Quellwasser 泉水	53, 70
Quetschhahn 弁夾	18

R

Radierungen 銅版術	44
Rauchlose Pulver 無烟火藥	45
Rauchquarz 烟水晶	49
Raumeinheit 量制單位	7
Raummass 量制	7
Raumverhältnisse der Gase 氣 體之體積比	34
Reagens 試藥	10

Reaktion 反應 10
 Reaktionsgeschwindigkeit 反應
 速度 39, 40
 Reaktionsgewicht 反應量 32
 Reamur 累俄半爾 6
 Rechnung 計算 35
 Reduktion 還原 64
 Reduktion von Bleioxyd 氧化
 鉛之還原 18
 Reduktion von Kupferoxyd
 氧化銅之還原 18
 Reduktion von Quecksilberoxyd
 氧化汞之還原 18
 Reduktionsmittel 還原劑
 18, 43, 63, 70
 Reduzieren 使還原 18
 Regen 雨 21, 23
 Reilschale 乳鉢 2
 Reif 露 20
 Retorte 曲頸甌 44
 Riechen 嗅 41, 45
 Ritter 利忒 62
 Roheisen, Gewinnung 生鐵之
 提鍊 59
 Rosenquarz 薔薇水晶 40
 Rost 銹 58
 Rösten 煨燒 43
 Rösten von Bleiglanz 方鉛礦
 之煨燒 66
 Rösten von Metallen 金屬之
 煨燒 63
 Rostschutz 防銹 58
 Rotfeuer 紅色焰火 55

Rotkupfererz 赤銅礦 65
 Rubidium 銣 55
 Russ 煤烟 24

S

Salmiak 鹵砂 52
 Salpeter 硝石 14, 44, 52
 Salpetersäure 硝酸 44
 Salpetersaures Silber 硝酸銀 37
 Salz, Definition 鹽之定義 30
 Salzbäder 鹵素 40
 Salzbildung 鹽之構成 36, 37
 Salze 鹽 50, 66, 68
 Salze in Lösungen 溶液中之
 鹽 52
 Salze, neutrale 中性鹽 63
 Salze sind Elektrolyte 鹽係電
 解質 37
 Salzsäure 鹽酸 17, 28
 Salzsäure, Elektrolyse 鹽之電
 解 35
 Salzsäure, Herstellung 鹽之製
 備 36
 Salzsäure, Siedepunkt 鹽之沸
 點 37
 Salzsolen 鹽泉 50
 Sandstein 砂岩 13
 Sauer 酸性的 16
 Säuerlinge 含二氧化碳之泉水 26
 Sauerstoff 氧 11, 13, 16
 Sauerstoff, Darstellung 氧之
 製備 16

Sauerstoff, Dichte 氧之密度	16	燒	11
Sauerstoff, durch Pflanzen 植 物製氧	27	Schwefel, zäher 硫磺	41
Sauerstoff, Kreislauf 氧之循 環	27	Schwefelantimon 硫化錫	52
Sauerstoffentwickler 氧氣發生 器	18	Schwefelblei 硫化鉛	66
Säugetiere 哺乳類	30	Schwefeldioxyd 二氧化硫	41
Saure Salze 酸性鹽	42	Schwefeloisen 硫化鐵礦	43, 59
Säuren 酸	30, 36	Schwefelkies 黃鐵礦	58
Säuren, Kennzeichen 酸之特徵	30	Schwefelkohlenstoff 二硫化碳	48
Schätzen beim Messen 測量時 之估計	8	Schwefelkupfer 硫化銅	43
Scheidewasser 分金水	44	Schwefelnatrium 硫化鈉	50
Schiefer 頁岩	49	Schwefelquecksilber 硫化汞	67
Schiessgewehr 鎗	22	Schwefelsäure 硫酸	23, 57
Schiesspulver 火藥	22, 44, 52	Schwefelsäure, Eigenschaften 硫酸之性質	36
Schleifmittel 磨具	56	Schwefelsäure, Elektrolyse 硫 酸之電解	37
Schmelzen und Erstarren 融解 與凝固	5	Schwefelsäure, Herstellung 硫 酸之製造	42
Schmelzpunkt 融點	5, 10	Schwefelsäure neutralisieren 中和硫酸	36
Schmelzpunkt von Gemengen 混合物之融點	60	Schwefelsäure Salze 硫酸鹽	37
Schmelzwärme 融解熱	20	Schwefelsäure, Siedepunkt 硫 酸之沸點	37
Schmiedeeisen 鍛鐵	57	Schwefelsäureanhydrid 硫酸酐	42
Schmieden 鍛治	57	Schwefelsäureflecke 硫酸污漬	36
Schmirgel 剛玉粉	56	Schwefelsaurer Baryt 硫酸鋇	37
Schneekristalle 雪之晶體	20	Schwefelsaures Kupfer 硫酸 銅	37
Schnellot 軟鐵	52	Schwefelsilber 硫化銀	41, 43
Schwarzpulver 黑火藥	45	Schwefeltrioxyd 三氧化硫	42
Schwefel 硫	13, 15, 41	Schwefelwasserstoff 硫化氫	43
Schwefel, amorpher 非晶狀硫	41	Schwefelzink 硫化鋅	63
Schwefel, verbrennen 使硫燃		Schweflige Säure 亞硫酸	41

Schweissen 銲接 57
 Schwermetalle 重金屬 57
 Schwerspat 重晶石 55
 Schwinden 燒縮 53, 56
 Schwitzen von Mauern 牆上
 出汗 53
 Sekundäre Reaktion 副反應 35, 68
 Selbstverständlich 當然如此! 2, 50
 Selen 硒 13
 Selterswasser 汽水 16, 26
 Serpentin 蛇紋石 55
 Siedepunkt 沸點 5, 10
 Silber 銀 15, 28, 68
 Silberlösung 銀溶液 (硝酸銀溶
 液) 37, 39, 48
 Silbernitrat 硝酸銀 68
 Silbernitratlösung 硝酸銀溶液 38
 Silbersalze 銀鹽 37, 44
 Silicium 矽 13, 49
 Siliciumdioxyd 二氧化矽 49
 Silikate 矽酸鹽 49
 Skala 刻度尺 5
 Soda 蘇打(碳酸鈉) 50, 52
 Soda aus Kochsalz 用食鹽製造
 蘇打 52
 Sonne als Energiequelle 日爲
 能源 11
 Sonne, Die 日 27
 Sonne, Ursache des Gescheh-
 ens 日爲宇宙萬象之因 27
 Spannung 電壓 37, 64
 Spannungsreihe 電動力次序 64, 66
 Spateisenstein 菱鐵礦 57

Speckstein 石鹼石 55
 Spiegelbelag 鏡子背面所塗之
 物 67
 Spiegeleisen 白鑄鐵(鏡鐵) 57
 Spirituslampe 酒精燈 4
 Sprengen 炸 22
 Spritzflasche 洗滌瓶 19
 Stahl 鋼 57
 Stahl, Gewinnung 鐵之提鍊 59
 Stannate 錫酸鹽 70
 Stanniol 錫箔 70
 Stärke 澱粉 27
 Stärke als Jodreagens 澱粉爲
 碘之試藥 40
 Steingut 土器 56
 Steinkohle 石煤 24, 45
 Steinkohlenteer 煤膏 48
 Steinöl 石油 4, 48
 Steinsalz 石鹽(氯化鈉) 50
 Sterilisieren 消毒 67
 Stickstoff 氮 1, 13, 44
 Stickstoff, Darstellung und
 Eigenschaften 氮之製備及性
 質 22
 Stoffe, allotrope 同素異形之
 質素 24
 Stoffe, amorphe 非晶狀質素 24
 Stoffe, aufgelöste 已溶解之質
 素 34
 Stoffe aufzulösen 使質素溶解 21
 Stoffe, Bestehen 質素之存在 1
 Stoffe, Definition 質素之定義 2
 Stoffe, Die 質素 1

Stoffe, Eigenschaften 質素之性質	2, 12
Stoffe, Eigenschaften, Anzahl 質素之多數性質	3
Stoffe, Eigenschaften, unveränderliche 質素之不變的性質	1
Stoffe, Eigenschaften, veränderliche 質素之不定之性質	1
Stoffe, Gestalt 質素之形狀	1
Stoffe, Gewicht 質素之重量	2
Stoffe, giftige 有毒質素	13
Stoffe, gleichtheilige 均勻質素	3
Stoffe, homogene 均勻質素	3
Stoffe, isomorphe 類質同像之質素	61
Stoffe, Menge 質素量	1
Stoffe, reine 純粹質素	12
Stoffe, Schlecht riechende 含惡味之質素	13
Stoffe und Gemenge 質素與混合物	3, 4
Stoffe, verdampfte 已蒸發之質素	34
Stoffe, Wert derselben 已蒸發之質素之價值	22
Stoffe, Wesen 質素之本質	2
Streichhölzchen, Leuchten 火柴發光	13
Strontian 氫氧化鋇	55
Strontianit 碳酸鋇礦	55
Strontium 鋇	55
Sublimat 昇汞(氯化汞)	67

Sublimieren 昇華	40, 52
Substitutionsprodukte 取代品	48
Sulfate 硫酸鹽	42
Sulfation 硫酸根	37, 51
Sulfidion 亞硫酸根	41
Sumpfgas 沼氣	48
Superphosphat 磷酸鈣肥田粉(過磷酸鈣)	46, 53
Sylvin 鉀石鹽	52
Sympathetische Tinte 同情墨水	62, 65
Synthese 合成	33

T

Tabelle der Elemente 元素表	13
Talk 滑石	55
Tara 皮重	8
Teerfarbstoffe 煤焦油顏料	48
Tellur 碲	13
Temperaturleuchten 熱發光	46
Tierchemisches 關於動物化學的	13, 16, 22, 26, 27, 46, 57
Tinte 墨水	57
Titan 鈦	13
Ton 黏土	14, 49, 56
Tönen von Photographien 照片鍍金	69, 71
Tongerät 陶器	56
Tonerde 礬土	56
Torf 泥炭	24
Theorie und Praxis 學理與實	

驗.....50
 Thermochemie 熱化學.....48
 Thermometer 溫度計.....5, 67
 Thermometerskala 溫度計之刻
 度.....5, 6
 Thiosulfation 硫代硫酸根.....51
 Thomasschlacke 托馬斯熔滓
46, 53
 Trennung durch Kristallisa-
 tion 結晶分離法.....38
 Trockenelement 乾電池.....37
 Trockenheitsgrade 乾燥度.....54
 Trockenmittel 乾燥劑.....46, 52, 54

U

Überhitzen 過度加熱.....61
 Überkaltung 過度冷卻.....
20, 24, 41, 51
 Überkaltung bei Phosphor 磷
 之過度冷卻.....46
 Umkehren 倒轉.....12
 Unbeständige Formen 不穩定
 形狀.....46, 67
 Ungenauigkeiten beim Messen
 量度之不正確性.....8
 Unsichtbares 看不見的東西.....10
 Unterbromigsäures Natrium
 次溴酸鈉.....39
 Unterchlorigsaures Natritum
 次氯酸鈉.....38
 Unvollkommenheit 缺點.....14
 Urmass 標準量度.....7

V

Vaselin 石油脂.....48
 Verbindungen u. Bestandteile
 化合物與成分.....12
 Verbindungsgewicht 化合量
32, 33, 40
 Verbindungsgewicht in Tabo-
 llen 化合量表.....55
 Verbrauchen 消耗.....22
 Verbrennung 燃燒.....10
 Verbrommung als Energiequ-
 elle 燃燒為能源.....16
 Verbrennung, dunkle 黑暗的
 燃燒.....16
 Verbrennung, langsame 慢性
 燃燒.....46
 Verbrennung ohne Licht 不
 帶光的燃燒.....16
 Verbrennung ohne Flamme
 不帶火的燃燒.....10
 Verbrennung, schnelle 急性燃
 燒.....46
 Verbrennung von Magnesium
 鎂之燃燒.....14
 Verbrennungsprodukt 燃燒出
 產品.....11
 Verrennungswärme 燃燒熱.....47
 Verdampfen und Sieden 蒸發
 與沸騰.....6
 Verdauen 消化.....16
 Verdunstung 蒸發.....3

Verflüssigung von Kohlendioxyd 二氧化碳之液化	26
Vergiftung mit Kohlenoxyd 一氧化碳中毒	25
Vergolden von Photographien 照片鍍金	69, 71
Vernickeln 鍍鎳	15, 62
Versilbern 鍍銀	68
Verwitterung 風化	49, 51
Vitriol 礬(重金屬之硫酸鹽)	57
Vitriole 礬類	42
Vitriolöl 硫酸	57
Volta 伏打	62
Vitasche Elemente 伏打電池	64
Volumen 體積	9
von selbst 自動的	22, 65, 67

W

Wage 天平	7
Wärme, Ableitung 傳熱	10
Wärme als Energiemass 熱爲能制	47
Wärme, Ausdehnung 因熱而膨脹	4
Wärme Freiwerden 熱之放出	36
Wärmeenergie 熱能	20
Wärmelehre, chemische 熱化學之理論	48
Wärmemenge 熱量	11
Wärmemengen aus nichts 憑空生熱	5
Wasser 水	13, 17, 19

Wasser, Dampfdichte 水之蒸氣密度	21
Wasser, Dampfdruck 水之蒸氣壓力	21
Wasser, Destillieren 水之蒸餾	19
Wasser, Dichte 水之密度	19
Wasser, Dichtemaximum 水之最大密度	20
Wasser, Elektrolyse 水之電解	35
Wasser, Erklärung der Molekülformel 水分子式之解釋	35
Wasser, Farbe 水之顏色	19
Wasser Gefrieren 水之凝固	20
Wasser Geschmack 水之滋味	19
Wasser, niederschlagen 水之沈澱	10
Wasser, Reinheit 水之純粹度	19
Wasser, Schmelzwärme 水之融解熱	20
Wasser, Sieden 水之沸騰	21
Wasser, Verdampfen 水之蒸發	21
Wasser, Verdampfungswärme 水之蒸發熱	21
Wasserbad 水鍋	28
Wasserbildung 水之構成	18
Wasserdampf 水蒸氣	6, 17, 21
Wasserglas 水玻璃	49
Wasserleitung aus Bleirohr 鉛製水管	66
Wasserstoff 氫	13
Wasserstoff, Darstellung 氫之	

製備 17
 Wasserstoffflamme, ihre Hitze
 氫氣火焰及其熱度 18
 Wasserstoffion 氫根 37
 Wasserthermometer 水溫度計 19
 Weg, einflusslos auf das
 Ergebnis 方法不影響結果 12
 Weichlot 軟鐵 52
 Weingeist 酒醇 26, 40
 Weinstein 酒石 65
 Weissblech 馬口鐵 70
 Werkblei 生鉛 66
 Wertig 價 36, 37
 Wertmassstäbe 貨幣本位 71
 Winkelmass 角度制 7
 Wirklich 實際 11, 21
 Wissenschaft 科學 14, 50
 Witherit 毒重石 55
 Wolken 雲 23
 Wolken beim Sieden 沸騰時構
 成之雲霧 6

Z

Zement 三合土 14
 Zerlegungsgewicht 分解量 32
 Zink 鋅 15, 63
 Zinkblech 鋅皮 17
 Zinkblende 閃鋅礦 63
 Zinkion 鋅根 63
 Zinkstaub 鋅粉 17, 63
 Zinküberzüge 鍍鋅之表層 63
 Zinkweiss 鋅白(氧化鋅) 63
 Zinn 錫 15, 70
 Zinnasche 錫灰 70
 Zinnober 硃砂(硫化汞) 67
 Zinnsalz 錫鹽 70
 Zinnsäure 錫酸 70
 Zinnstein 錫石 70
 Zucker 糖 1, 26
 Zucker, Kristallisieren, Lösen
 糖之結晶與溶解 3, 4
 Zucker, Schwefelsäurereagens
 糖爲硫酸之試藥 42
 Zuckerarten unterscheiden 糖
 類之鑑別 65
 Zündpille 導火絲 71
 Zuschläge 鎔劑 59

