

自 學 輔 導

化 學 實 驗 法

上 海

中 華 書 局 印 行

民國二十六年十二月四日
國民政府
發行

自學輔導
化學實驗法 (全一冊)



定價銀八角

(外埠另加郵匯費)

編者 上猶 蔡松筠

發行者 中華書局有限公司
代表人 陸費逵

印刷者 上海靜安寺路
中華書局印刷所

上海棋盤街 中華書局

各埠 中華書局

(四八六八)(天)

自學
輔導
化學實驗法

例言

一、本書程度，適合中學生研究初步化學時自動實驗之用；並可供小學理科教師之參考，及自修化學者入門之用。

一、自來化學書籍，但述實驗方法，不詳實驗順序；初學照書實驗，往往非半途失敗，即結果不能圓滿。本書乃就編者教授初步化學多年經歷所得，凡實驗始末一切手續，均分先後一一條列詳明，使初學者一目了然，循此而進，必於實驗結果，確有把握。

一、初習化學實驗，往往不諳器具及藥品之性質；或誤損器具，或浪費藥品，偶不經意，甚或發生危險。本書特於每項實驗下，均就其應注意之點，分別詳明條舉；學者倘能熟悉其理，實驗時自可免除以上諸弊。

一、初步化學，宜注重人生應用方面。本書於各項實驗法外，並縷述其可供參考之

事項；俾學者知利用化學知識，以解決日常生活種種問題。

一、初習化學實驗，宜從簡便而易行者入手，以圖學者研究之便利；其饒有興趣者，則可引起學者研究之興味。本書所採諸實驗法，多以此二者爲標準，使學者不至有畏難寡味之感。

一、編者非化學專家，僅就其教授經歷所得者寫成此冊，舛謬掛漏之訛，誠恐難免，幸閱者諒之！

民國十六年一月

編者識

化學實驗時應注意之事項

- 一、未行實驗以前，須將所做實驗必需之物品，一一預先準備，然後着手，以免臨時忽感不足，致實驗中途發生障礙。
- 一、準備之各物品，可按實驗時取用之便利，依次陳列桌面或架上，此實驗用之桌，不可兼置其他不用之物品。
- 一、藏藥之瓶，須貼註有藥名之籤條，開瓶時，瓶塞不可亂置；取藥既畢，宜立塞其瓶口。
- 一、藥品如爲固體，可用玻匙或角匙探取，又固體之藥裝入瓶內時，宜斜欹其瓶，徐徐溜入。
- 一、液體之藥傾出時，瓶外籤條宜向上，其藥液宜用玻箸引傳而下，傾畢，可以瓶塞收其餘瀝，以免沿瓶頸下浸。
- 一、實驗用過之藥品，不可一概傾棄，須察其性質如何，倘仍可用，則留供下次之實驗；否則利用其廢物以供其他之用途。

一劇毒、惡臭及有刺激性之氣體，實驗時，宜使室內空氣流通，慎毋吸入口鼻致於衛生有害。

一實驗時，目的所欲求之現象，固應注意觀察；即目的以外發生之現象，亦不可忽視，並須細究其原因何在。

一實驗中經歷之狀況，及其所發生之感想與疑問，均須一一記於筆記本，以供參考或研究。

一實驗完畢，須將用過各物品，一一整理收藏；其燒瓶、試管，則須用水充分洗淨，晾於適宜之架上，以便隨時可以取用。

自學輔導
化學實驗法

目次

頁數

第一篇 無機之部

一 一三六

第一章 玻璃細工

一

玻璃細工應注意之事項 玻璃管截斷法 玻璃管彎曲法 玻璃管尖端製法

第二章 軟木塞及橡皮管之處置

五

本塞壓榨法 木塞穿孔法 橡皮塞穿孔法 木塞或橡皮塞中嵌入玻璃管法 橡皮管處理法

第三章 氮

七

氮之製法及其實習順序 氮之種種實驗法 氮之性質 工業上之製氮法 氮在工業上之用途

第四章 氧.....一七

自空氣中取氧之實驗順序 氧之性質

第五章 空氣之成分.....二〇

主成分氮氧外之各種氣體 空氣爲混合物之證明

第六章 化合分解及化合物與元素.....二二

化合 分解 化合物及元素

第七章 燃燒.....二三

由氯化作用而起之燃燒 不由氯化作用而起之種種燃燒 發火點

維持燃燒之方法 消滅燃燒之方法 緩慢之氯化作用

第八章 氫.....二七

氫之製法...用鈉製氫之實習順序...用鋅與硫酸製氫之實習順序

氫之種種實驗法...小輕氣球及大輕氣球之製法

氫之性質 液態氫之製法 氫之用途

第九章 水……………三六

水之性質 天然水

蒸溜水…蒸溜水之簡便製法…蒸溜水之精密製法

飲料水應具之條件 飲料水檢查法

第十章 無水炭酸……………四三

無水炭酸之發生 無水炭酸之製法及其實習順序 無水炭酸之種

種實驗法 無水炭酸之性質 液狀及固形之無水炭酸

無水炭酸之應用…汽水製法…荷蘭水製法…消火器裝置法…消火

器原理之簡易實驗

空氣中之無水炭酸…光合作用之實驗順序

炭素之循環

第十一章 氯化炭……………五二

氯化炭之發生 氯化炭之性質

第十一章 炭素……………五三

炭素之種類……結晶形炭素……無定形炭素

金剛石之性質及用途……人造金剛石之製法

石墨之性質及用途……石墨之製法

木炭之性質及用途……燒炭之原理……木炭之製法

油煙

骨炭之性質及用途……骨炭之製法

煤炭之生成……煤炭之種類……煤炭之用途……燈用煤氣之製法……煤氣

之簡便實驗法

第十二章 氫化氫……………六六

氫化氫製法及其實習順序 氫化氫之種種實驗法 氫化氫之性質

氫化氫之用途

第十四章 氫……………七二

氫之製法及其實習順序 氫之種種實驗法 氫之性質

氫之用途……漂白粉使用法

第十五章 食鹽……………七八

食鹽之存在 食鹽之製法 食鹽之性質 食鹽之用途

第十六章 安母尼亞……………八一

安母尼亞之發生 安母尼亞之製法及其實習順序 安母尼亞之實

驗 安母尼亞之性質 安母尼亞之用途 簡單製冰器之構造

第十七章 硝酸……………八六

硝酸之製法及其實習順序 硝酸之種種實驗法 硝酸之性質 硝

酸之用途

第十八章 硫黃……………九一

硫黃之存在 硫黃之精製 硫黃之性質 硫黃之用途

無水亞硫酸之漂白作用 無水亞硫酸之性質 無水亞硫酸之用途

第十九章 硫酸……………九五

硫酸之製法…接觸製法…鉛室製法

硫酸之實驗 硫酸之性質 硫酸之用途

第二十章 磷……………九八

磷之存在 磷之種類 磷之實驗 磷之性質

磷之用途…安全火柴之製法

黃磷處置上之注意 磷之循環

第二十一章 酸類鹼類及鹽類……………一〇三

酸性 酸類 鹼性 鹼類 鹽 鹽之種類

第二十二章 金屬及非金屬……………一〇八

金屬 非金屬

第二十三章 金……………一〇九

金之存在 金之製鍊法 金之性質 金之用途

第二十四章 銀……………一二二

銀之存在 銀之性質 銀之用途 銀幣鑄造法 攝影術

第二十五章 銅……………一一八

銅之存在 銅之性質 銅之用途

第二十六章 鐵……………一二〇

鐵之存在 鐵之種類及其性質與用途 鐵鏽 預防鐵鏽法

第二十七章 鋅……………一二三

鋅之性質 鋅之用途…鐵板鍍鋅法

第二十八章 錫……………一二五

錫之性質 錫之用途…玻璃鏡之製法

第二十九章 鉛……………一二六

鉛之性質 鉛之用途 水對於鉛之作用

第三十章 鋁……………一二八

鉛之存在 鉛之製法 鉛之性質 鉛之用途 瓷器之製法 陶器

與瓷器之區別 磚之製法 瓦之製法

第三十一章 玻璃.....一三二

玻璃之種類 玻璃之原料及其製法 燒瓶及玻璃杯之製法 玻璃

之性質及其用途 着色玻璃製法 水磨玻璃製法

第二篇 有機之部.....一三七—一六八

第一章 含水炭素.....一三七

含水炭素之意義 含水炭素之種類 蔗糖之存在及其製造原料

蔗糖之製法 蔗糖之性質及其用途 麥芽糖 飴糖 乳糖 由牛

乳取乳糖之實驗 葡萄糖及果糖 由澱粉製葡萄糖法 由蔗糖製

葡萄糖及果糖法

澱粉之存在 製法 形性 檢出法 來源及用途 糊精 纖維素

之存在……造紙之原料及其方法……火棉人造絲及假象牙

第二章 脂肪及油……………一四八

脂肪與油之區別及其成分……脂油之存在及其種類……脂油之製法……蠟及蠟燭

肥皂之種類……肥皂之製法……肥皂之成分……製肥皂之簡易實驗……肥皂之洗滌作用……肥皂優劣之檢查法

第三章 蛋白質……………一五六

蛋白質之存在及其成分……蛋白質之種類……豆腐之製法及其實驗

第四章 酒精及酒……………一五九

酵素……釀母菌……發酵作用……酒精之種類……製法……性質……用途……酒之成因及其種類……酒之成分及其酒精含量

第五章 煤油……………一六四

煤油之性狀及其存在……煤油之採取法……煤油之分類……輕油燈油重

油之性狀及其用途……燈油之洗滌法

第一篇 無機之部

第一章 玻璃細工

玻璃細工應注意之事項。從事此項工作之前，若能注意以下各事，則結果無不良好。

一、玻管之壁過厚，固難於破壞，但施以工作，不免需時甚多；又管壁過薄，則火熱易熔，頗不宜於工作，故必需選其厚薄適中者。

一、玻璃爲熱之不良導體，故驟加強熱，或強熱之後使之急冷，未有不破裂者，宜防之！

一、內部潮溼之玻管，施工作時，宜先徐徐烘乾其溼氣而後着手，否則亦不免於破裂。

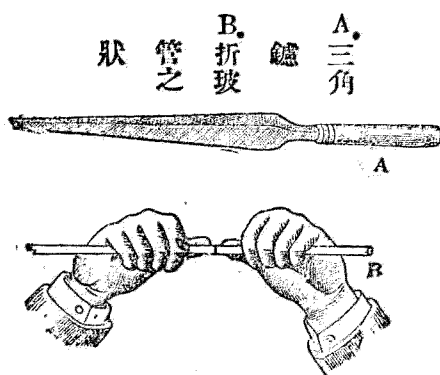
一、此項工作所用之酒精燈，以頭號者爲宜，使用時，並宜放大其火焰，且須置於

無風處，否則於工作不甚便利。

玻璃管截斷法

截玻璃管用如A圖之三角鑷，其法，先將選定之玻璃管平置案上，用左手之拇指及食指緊按割截部分之左方，乃右手執鑷，向前推磨一二次，或向後引磨一二次，所磨之痕線，切忌混亂。（普通之平鑷，若前後交磨，必至損壞鑷齒，宜

注意）



A. 三角
鑷
B. 折
玻璃
管之
狀

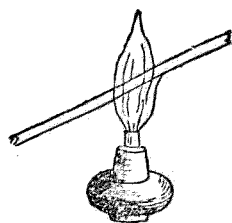
磨痕既得，然後兩手執玻璃管，以兩拇指抵於痕線之背面，如B圖之姿勢，向外折之，則必劃然中斷。倘不能折，可將磨痕加深，然後折之。若為稍粗之玻璃管，則周圍均須磨入甚深之痕線，乃能折斷。玻璃管兩端之斷口，莫不鋒銳，稍不經意，往往傷及手指。又嵌入橡皮管時，不獨有劃破橡皮之患，且往往不易嵌入。故嵌入之前，須將斷口入酒精燈焰中熱之，使斷口

熔解，變為圓滑，則無以上諸弊。或用三角鑷之平面部將鋒銳之處磨光，亦可。

玻璃管彎曲法

有二種：第一法，先將玻璃管用乾布揩拭，左手斜執之，右手持酒精

燈上熱玻璃管之狀

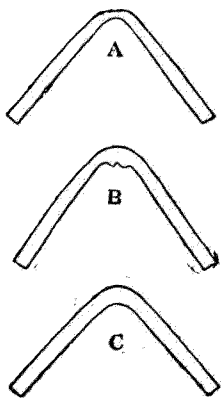


燈，以欲曲之部分為中心，向其左右約一寸二三分之部位，徐徐反復加熱；於是玻璃管此部暫時變為柔軟，以其前端部分之重量，漸次彎曲，斯際可放下酒精燈，漸將加熱之中心移向下方，則彎處自呈曲而圓之形狀。至入手時所以斜執玻璃管，不過欲同時增廣受熱之面積，免一部分

驟受高熱而已。

第二法，取玻璃管如前拭以乾布，將其保持水平位置，徐徐置入燈火最強之部分，

玻璃管彎曲之狀



以欲曲之處為中心，平穩轉動，將其左右約一寸二三分之部位加熱；此際亦與前法相同，至中心部暫時軟化，稍加力，可彎屈時，即平均加力，使之徐徐曲，於是停止轉動，漸將加

熱之中心移於一而，則此部益軟，漸呈適度之彎形。

注意。(1)以同一之部分爲中心加熱，則此部分過於柔軟，彎屈時，往往成不規則之形狀，或彎處之管腔過窄，或作臃腫之突起，甚至不能適用，如上A、B二圖。總之工作時，不可使管之一小部過於柔軟，且急急彎屈。又彎屈時用力太猛，均所最忌。

(2)彎曲之玻管，其彎曲之全部，大體須在一平面內，不可作扭轉之形狀，故屈管時，手法宜平穩而輕巧，方能得適宜之形式。

(3)作成之曲管，乍離火焰，須在其近旁使之徐冷，若將灼熱之玻管直置案上，不獨案而因之燒損，且玻管因失熱過速，鮮有不破裂者，此種失敗，乃吾人所常見，最宜留意。

玻管尖端製法。如前法，將玻管中央部徐徐熱至十分柔軟，乃執其兩端，徐徐引長令斷，則斷處兩端變成錐形，俟其冷卻，再以鑷切去其不需之部，再將其斷口入焰加熱，則灼熔而變圓滑，至尖端之形式，及其粗細長短，則可視其所需，隨意爲之。又引長時須離火焰，手執兩端，尤宜平穩，否則所成之尖端不能正直，甚或呈扭

轉彎屈之形，實驗時欲求其適用，難矣。

第二章 軟木塞及橡皮管之處置

木塞壓榨法

燒瓶或試驗管等所用之木塞，須擇其較口徑稍大，且無裂縫及

其他疵病者，先置入木塞壓榨器，壓榨一過，方能應用。壓榨時，將木塞安入此器溝內，轉動緊壓數次，視其大小恰合口徑，即得。若無此壓榨器，即用布片包裹木塞，以足踏之，徐徐迴轉，加以壓力，則木塞亦可變軟，至於恰合口徑。但曾經穿孔之木塞，不可再加壓榨；否則未有不破壞者。

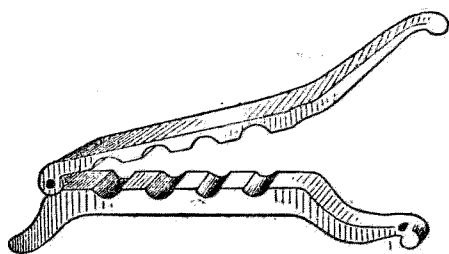
木塞穿孔法 木塞穿孔，須用木塞穿孔器，器形如

圖，作圓管形，每組大小數枚，可以套合，須視穿孔之大

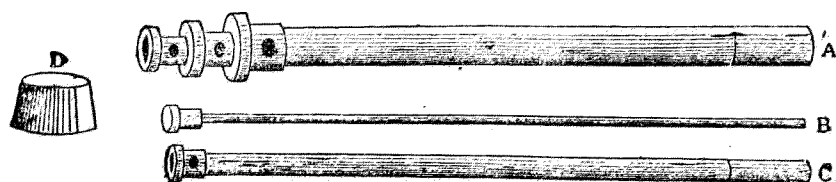
小，選擇用之。穿孔時，將木塞較細之一端仰置案上如D，乃將金屬棒B，插入穿

孔器C上端之橫孔內，而將其下端觸於木塞之上而；同時左手緊壓木塞，右手把

木塞壓榨器



木塞穿孔器



握通貫其上端之棒看準穿孔之部位，徐徐加力，迴轉穿孔器。俟穿孔器穿入稍深，乃將木塞離案，用手執定，自由迴轉穿孔器，並時時檢視穿孔之方向是否正直，至穿孔器前端將出木塞之反面，即宜停止迴轉，抽出穿孔器，再從其反面中央穿入，便能穿得孔口整齊之孔。又穿孔器之孔中，如為軟木屑填充，致穿孔發生困難，此時可拔出穿孔器，將金屬棒通入孔內，便可除去。

橡皮塞穿孔法 橡皮塞穿孔，亦可用木塞穿孔器。未穿之前，可將穿孔器前端浸入苛性鉀或苛性鈉之濃溶液內，再行與木塞穿孔同樣之方法。惟橡皮之質過韌，穿孔頗費時費力，可耐心為之。又無論何種之塞穿孔，如穿後覺孔徑稍小，可用圓鑷插入孔中，徐徐磨之，使至適合之大小，即得。

木塞或橡皮塞中嵌入玻璃管法。將玻璃管嵌入塞中，須手持去塞較遠之處，徐徐轉動插入，若突然直進，或猛力迴轉，玻璃管未有不折者，且其折處之銳端，失手觸及手指，必至負傷，最宜留意。倘欲將玻璃管急速插入塞內，則手宜執定與塞接近之部，亦可不虞折斷。

橡皮管處理法。橡皮管粗細不等，應擇其與玻璃管恰合者，割斷時，宜用極鋒銳之剪；若爲製氣體時用以作導管者，尤不可稍有裂隙。橡皮管置久，則堅硬而不適用，惟暫時浸於熱水內，可以略變柔軟；或浸於稍濃之安母尼亞水中，則結果更佳。又隆冬天氣，橡皮管每失其彈性，若浸以熱水，或烘之，亦可復原。又橡皮管久套於玻璃管，亦漸失彈力，而與玻璃管黏連，不易脫下，故用後應即與玻璃管分離。

第三章 氮 (養氣)

氮之製法。將氫酸鉀、二氯化錳與細砂混和熱之，即得。其方法及實習順序如次：

一、先將氫酸鉀、二氯化錳及細砂乾燥。

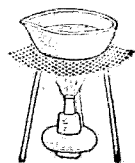
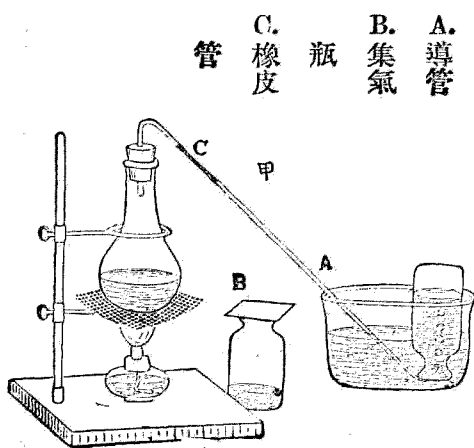
以上各物若含水分，則製氮時，必有水氣與氮同時發生，凝集於燒瓶之上部，成水珠而下流。此時瓶之下部，經火已成高熱，一觸水珠，勢必立時破裂。故以上各物在未入燒瓶之先，須如下圖分別入瓷皿中，置鐵絲網上，熱以酒精燈，且不時攪拌，以待其乾燥。但氫酸鉀含水分絕少，二氯化錳則相反，宜注意焙之使乾。

二、將粉末狀結晶體之氫酸鉀三十分，(西名 Gramme, 約合庫平二分六釐餘)

二氯化錳五公分，及與此二種體積相等之

細砂，同裝入燒瓶內，混和勻淨，乃載於燒瓶架上，旋緊瓶口之塞，將導管A之一端，置於盛水之水槽中。

製氮之裝置



僅將氫酸鉀一物加熱亦能生氮然甚遲加二氯化錳則生氮較易更加細砂則可使氮穩穩發生。此際二氯化錳絲毫不生變化，生變化者與二氯化錳相接觸之氫酸鉀而已。似此本身不生變化，對於與相接觸之物，反能促進其起化學變化，此作用謂之接觸作用，具有接觸作用之物，名曰觸媒。

三、將充水之集氣瓶倒立於水槽中。

集氣瓶充水後，可用毛玻璃板掩蓋瓶口，左手按緊，右手持瓶下部，翻轉倒立水槽中，須瓶口沒入，然後抽去玻璃板。

四、以酒精燈置燒瓶下熱之。

熱燒瓶時，須將酒精燈前後左右不絕移動，使瓶底全部一致受熱，不可使一部驟受強熱；蓋燒瓶及燒瓶內之物，均為熱之不良導體，若其一部驟熱，一時不能傳導他部，則此驟熱之部不絕膨脹，他部不隨之膨脹，燒瓶必有破壞之虞，最宜留意。至瓶底全部已相等受熱，始可將酒精燈置於一定之處，繼續熱之。

注意。若以素燒瓷瓶代玻璃燒瓶，則以用火爐加熱為便，蓋瓷瓶壁厚，用酒精

燈，生氮甚難也。

五、檢驗發生之氣體。

充水於試驗管，以拇指掩管口，倒立水槽中，收集發生之氣體，使與水置換；再以拇指掩管口，取出向上，插入火柴餘燼，若放光而燃燒，則其氣體爲氮無疑。

六、以集氣瓶數個集氮於內。

其中二個，集氮不可過滿，須留少量之水，以備燃硫燃磷之用。又集氮將近滿瓶，須以毛玻璃板嚴蓋瓶口，方可自水取出，如前圖靜置案上，若有空氣驛入，則實驗不靈矣。

七、集氣既終，須將導管之端引出水外，始能撤去酒精燈。

若導管尙未出水，即去其火，則因燒瓶內氣體冷縮，水必由導管逆上，灌入瓶內，瓶必隨之炸裂。酒精燈用畢，宜隨用手燈蓋蓋滅。

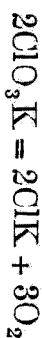
八、燒瓶冷後，可用水或熱水洗淨放置。

注意。(1)熱燒瓶時，瓶內常見火星，此乃混入二氯化錳中之微塵燃燒所致。

此等塵埃，若混入太多，往往起爆發，宜留意。

(2) 氟之發生過盛時，不妨暫時撤去酒精燈。

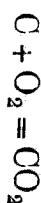
(3) 此實驗之結果，氟酸鉀起分解，發生氟與氟化鉀。其反應式如次：



氟之實驗。就收集之氟以行實驗，其方法頗簡易，且饒有興味者居多。

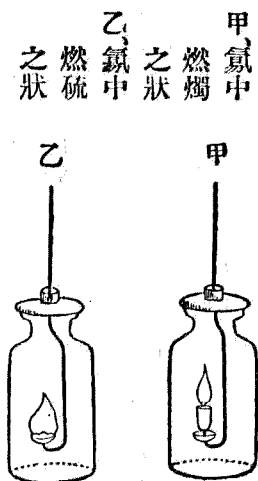
一、將蠟燭點燃，復吹滅之，以其餘燼插入集氟之瓶中，則重放光而燃着。俟燭火滅後，再將澄清之石灰水注入瓶內，加蓋搖動，須臾，即成白濁之液體。

此蠟燭燃燒而生之無水炭酸（二氟化炭）遇石灰水，即成難溶於水之炭酸鈣。炭與氟合，成二氟化炭，其反應式如次：



作石灰水，可先將熟石灰（氫氟化鈣）投入水中，不絕攪拌，靜置若干時，則器之上部發生澄清之液，是即熟石灰之溶於水者，謂之石灰水，可取出備用。若急需石灰水，則不必待其澄清，即將混濁之石灰溶液濾過一次，即得。

二、將木炭小塊燒灼，載以燃燒匙，置入集氫之瓶中，則放強光而燃燒。炭火既滅，注入石灰水，蓋瓶振動，則與燃燭之結果相同，生白濁之液體。



木炭燃於氫內，與燃燭時無異，亦生無水炭酸，故遇石灰水，即生白濁。

三、將硫黃少量置入燃燒匙，熱以酒精燈，俟其着火，乃插入集氫之瓶中，（即留有少量之水者）則發青色之強光，較在空中燃燒，分外奪目。俟燃畢火熄，急取出燃燒匙，加蓋搖盪，則瓶中氣體溶解於水。若將青色立妥馬斯 *Litmus* 試液注入瓶中，則立變為赤色。

硫黃在氫內燃燒，生無水亞硫酸。無水亞硫酸溶於水，則與水化合而成亞

硫酸。亞硫酸為酸性物，故遇青色立妥馬斯試液，有赤變之現象。硫與氫化合，

其反應式如次：



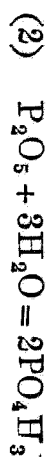
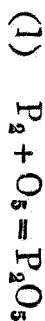
作青色立妥馬斯試液，將固體之立妥馬斯溶於水中，即得。青色試驗紙，即取西洋紙用青色立妥馬斯試液染成。

注意。無水亞硫酸雖爲無色之氣體，然在多含水蒸氣之處，則成白煙狀。其成白煙之理由，當詳於氫化氫項下。

立妥馬斯爲一種植物製成，此植物屬於隱花植物之地衣類，例如附著梅樹之梅樹苔，即其一種。采取此種植物，使其發酵，便可製成立妥馬斯。

四、切取黃磷如豆大，速置濾紙之上，去其水溼，載以燃燒匙，乃點火而插入集氫之瓶中，（此瓶亦留有少量之水者），則盛燃而發眩目之光輝，旋即白煙瀰漫，光輝不可復見。俟其火熄，取出燃燒匙，加蓋搖盪，則白煙盡溶於水，再以青色立妥馬斯試液注入瓶中，水亦變爲赤色。

燃黃磷於氫中，則生無水磷酸，即所見之白煙是也。無水磷酸再溶於水，則成普通之磷酸，其反應式如下：



磷酸亦爲酸性物，故遇青色立妥馬斯試液，有變赤之性。

注意。(1)切取黃磷時，可先將棒狀黃磷置於牢固之器內，(如乳鉢等物)。

器內須先貯水，然後左手執鑷子挾持黃磷，右手執小刀切取適宜之大，慎勿以手觸之；因黃磷最易着火，且有毒故也。(可參照黃磷項下)。

乳鉢爲厚且堅之鉢，有鐵製、瓷製、玻璃製等數種，其用在搗碎藥品使成細粉；通常所用，以瓷製者爲多。鑷子用金屬製者，爲挾物之用，挾物後，須拭淨，以免生鏽。

(2)黃磷燃於氮中，發多量之高熱，故插入燃燒匙時，須保持在瓶之中央，不可與瓶相觸，否則瓶必破裂。又瓶內宜留少量之水，亦因燃磷時恐火下墜，損及瓶底。燃硫黃時，瓶內亦須留少量之水，其理亦同。

(3)無水磷酸，在通常之溫度，爲白色之固體，非爲氣體，宜注意。

五、取鐵絲燃於集氮之瓶中。

(1) 所用之鐵絲，約長六七寸，須擇其較細者，先以砂紙磨去其表面之鏽，密捲於玻璃管表面，使成螺旋狀，於其下端附以五六分長之火柴，上端則連於較粗之金屬線上，或結於燃燒匙之末端，亦可。

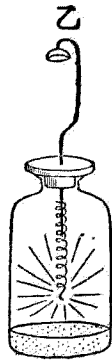
甲、鐵絲



之裝置

乙、氮中

燃鐵絲之狀



(2) 鐵絲在瓶內燃燒時，往往有火星下墜，損壞瓶底；欲預防瓶底之破壞，可在燃燒之前，將集氮之瓶去蓋，撮砂一把，投入瓶內，但去蓋不宜久，投砂尤宜速；否則恐氮逃散，不能得良好之結果。

注意。燃鐵絲之集氮瓶，必需投砂；否則雖留寸許深之水，而赤熱之氮化鐵小塊下墜瓶底，仍能將瓶破壞。

(3) 將附着鐵絲末端之火柴點火，(如前圖甲) 至適當燃着時，乃插入氮中，必放燦爛之火花而燃燒。(如前圖乙)。

鐵在氮內燃燒時，生與磁鐵礦同成分之氮化鐵黑塊，反應式如次：



- 氮之性質 一、爲無色無味無臭之氣體，比空氣稍重，對於空氣之比重爲一·一。
- 二、多數之物，均能在氮中燃燒。
- 三、使物燃燒之作用，氮亦烈於空氣。
- 四、氮在強壓或低溫之下，則成淡青色之液體。
- 工業上之製氮法 用氰酸鉀製氮，太不經濟，故祇能在化學室試驗。工業上實際應用，不甚相宜，故非用他法不可。

一、將氮化鉍熱於通空氣之鐵管中，則成過氮化鉍，更加高溫度熱之，則放出多量之氮。現今工業上製氮，多采用此法。

二、先製成液態空氣，再由液態空氣以製成液態氮。液態空氣，乃用德人林戴之液態空氣製造機械，在低溫度下壓榨而成。

利用液態空氣，可行種種有趣之實驗。例如將橡皮置入液態空氣中，取出

後，便成乾脆之枯木，折之有聲。又用試驗管盛酒，置入液態空氣中，即冰凍如洋蠟燭。又水銀在液態空氣中，亦能結冰。

液態氮之沸點，在一氣壓時，爲零下百八十一度半；液態氧之沸點，則爲零下百九十五度。又液態氮之比重爲一·一四；液態氧之比重爲〇·八。液態氮因比重較大，故液態空氣暫時放置，則上層之液態氮先行蒸發而去，下餘者，殆純爲液態氮。

氮在工業上之用途 一、工業上需要高溫度時，必需用氮。

二、液態氮不獨需高溫度時用之，因其注入炭粉而點火，則起爆發，又可代爆發藥之用。

第四章 氮 (淡氣)

自空氣中取氮之實驗 注意 實驗用之玻璃鐘，以上部有口者爲便，但須防內部空氣受熱膨脹時，有向外逃去之患耳。入鐘內燃燒之黃磷，須浮於水面，可以瓷皿或瓷杯貯之，下述其實驗順序：

一、在水中切取黃磷如黃豆大，盛於杯內，浮杯於水槽之水面，再以玻璃鐘覆之；覆鐘之前，須將上部鐘口之塞拔去。

二、先以手測下圖 A 至 B 之高，再用酒精燈將鐵絲之一端燒灼，由鐘之上口插入，將杯內之磷點着，乃抽出鐵絲，急閉其塞。

三、鐘口之塞須旋緊，使成不漏氣體之狀。欲塞與鐘口密接，可於其周圍先塗以凡士林 Vaseline，則實驗時不至絲毫走氣。

四、燐燃時，必生白煙，俟白煙消滅，乃將實驗前後鐘內氣體之體積互相比較，視其變化如何。



A. 玻璃鐘內水面至鐘頂之距離
B. 貯黃磷之養杯

此實驗之結果，鐘內殘留氣體之體積，與未燃黃磷以前，鐘內空氣之體積相較，知其減去五分之一，此減去之氣體，為燃燐時所消耗可知。

五、以燭火插入鐘內，立即消滅。

燃燐後鐘內所存氣體之壓力與外部空氣之壓力已不相等；故插入燭火之前，須注適量之水於水槽內，使鐘內外水面之高等。又玻璃鐘上口甚狹，此際所用之蠟燭，須擇其較小者。

注意：(1) 燒殘之黃磷，須慎重處置。

(2) 鐘內殘留之氣體，大部爲氧，此外尙混有其他氣體數種，但其分量極微。
(3) 欲得純粹之氧，可用氫化銻與硝酸二液混合，如取氮之配置法熱之，即得。蓋此二液混合，則生亞硝酸銻，此物最易化分，生氧與水，其反應式如次：



氧之性質：一、爲無色無味無臭之氣體，比空氣稍輕。其對於空氣之比重爲

○·九七。

二、不能助物之燃燒。

三、動物在此氣中，則窒息而死。

四、氧遇高壓及低溫，即化爲無色之液體。

第五章 空氣之成分

空氣體積一〇〇分中，所含氮、氧及氫等之體積，大概如次：

氮 二一・〇 氧 七八・一 氫 〇・九

此外尚含有極微量之氮、氦、氖、氬等氣體。氫及此數種氣體，對於他物無化合力；故此類化合物，至今尚未見製成。

純粹之空氣，雖由以上各氣體混合而成；但尋常之空氣，其中往往雜入水蒸氣、無水炭酸、安母尼亞及微生物等。

空氣各成分中，在強壓及低溫之下不變為液體者，僅氮一種。現今人工造作之最低溫度，雖大概能至零下二六〇度，於此低溫度下加強壓，猶不能變氮為液態。

氮對於溫度及壓力，其體積之變化極規則，極正確，故適於製氣體寒暑表，雖極低之溫度亦能測定。

水銀在零下三九度凝固，酒精在零下一三〇・五度凝固，故以之作寒暑表，

尚不能測極低之溫度。

空氣爲混合物。其證明大概如左：

一、水含空氣至飽和程度時，其水中所存氮與氧之比例，爲三五比六五。

若空氣爲化合物，則水含空氣至飽和程度時，其溶於水中之氮與氧之比例，應與組成空氣之氮、氧比例相等；即約爲二三·二與七五·五之比例。然上述三五與六五之比例，確爲溶於水中之氮、氧比例。此二物之比例，所以與組成空氣時不相等者，以空氣非化合物故也。

二、將空氣主成分之氮與氧適當混合時，必得與空氣同性質之氣體。

三、將液態空氣放置，則液態氧先蒸發，僅殘留液態氮。

四、通例，二物化合而生新物質時，未有不發熱者；然將氮與氧適量混合，概不發熱。

五、空氣中之氮、氧比例雖略有一定，然不如普通化合物之一定不變。

六、氮、氧雖相合而組成空氣，其固有之特性仍分別存在。

氮有助燃性，氧有阻燃性，故氮與氧合，可使氮之性質不過激烈。又二物皆無色無味無臭，其混合物亦然，故知其固有性質依然存在。

第六章 化合分解及化合物與元素

化合 一、燃炭於氮中，則生與此二物性質相異之氣體，而成無水炭酸。

二、燃磷於氮中，亦生與此二物性質相異之物，為白色粉末狀固體，是為無水磷酸。

似此二物或二以上之物互相結合，而生一種性質不同之新物，謂之化合。

氮與他物化合，謂之氮化，由氮化而生之物，謂之氮化物。例如無水炭酸、無

水亞硫酸、無水磷酸、氮化鐵等，皆為最普通之氮化物。

分解 製氮用之氫酸鉀，單熱時，或與二氯化錳及細砂同熱時，均同樣發生二種之物，一為氮，其一即氮化鉀。

似此由一種物質變為二物，或二以上不同之物，謂之分解。

化合物及元素 如無水炭酸及氮化鉀等，或由化合而生，或由分解而得，大都

由二種以上之物質合成，統謂之化合物。如氮及氧等物，再不能分解爲二物者，統謂之元素。

注意。科學上所謂元素之名稱，並非謂絕對不能分解之物質，不過就現在不能分解之物質而指爲元素耳。

第七章 燃燒

一切物體，由化合而生熱與光之現象，謂之燃燒。通常所謂燃燒，多發生於空氣中。

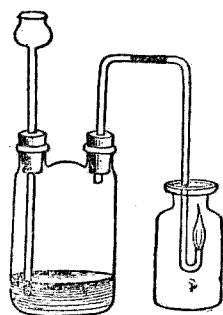
一、起於空氣中之燃燒，根本於氮化作用。

二、不由氮化作用之燃燒亦有之。茲舉其二三例：

（一）將氫點火入於集氫之瓶中，依然繼續燃燒；惟將黃色之焰變爲白色之色。焰。色。

氫燃於空氣中，則氫與氮化合而成水。氫燃於氫中，則氫與氫化合而成氫化

氫於燃於中之狀



氫。

製氫，用食鹽與二氯化錳等量混和，入燒瓶內，加稀硫酸，（濃硫酸與同體積之水混合而成）徐徐熱之，即得。（集氫之法，詳後製氫項下）

（2）將錒之粉末入燃燒匙，置酒精燈上稍熱之，插入集氫之瓶中，則放美麗之光輝而燃燒，且盛發白煙。白煙即錒與氫化合而生之氫化錒。

（3）將溴素少許注入集氣瓶，加蓋暫置，溴為最易揮發之液體，故少停，瓶中即充滿赤褐色之蒸氣。次在水中切取黃磷如小豆大，載於濾紙，去其溼氣，乃急載以燃燒匙，插入集溴之瓶中，少頃，磷即與猛烈之溴素化合而發火。結果生成溴化磷。

發火點。燃燒物體，需熱至某溫度，其物體始能燃燒，此溫度謂之發火點。發火點隨物體而差異，例如黃磷在空氣中，至攝氏六十度之熱即能發火，硫黃則需

二百五十度之熱始能發火。

黃磷置空氣中久，常有自然發火之事，其始氮化作用緩慢，因而溫度亦低，故雖接觸空氣，尚不至於發火，後因化合而生之熱，較其周圍散失之熱多，遂由此熱而使溫度次第增高，至達於發火點（即六十度）。且溫度上升，則化學變化益烈，因之在一定時間內所生之熱量亦愈多，故發火甚易。

又木片燃燒時，何部分近火，則其部分之溫度先達於發火點，故鈎木屑之薄者，着火亦易，即因熱其一部分，而易令他部達於發火點也。

維持燃燒之方法。維持物體在空氣中繼續燃燒，不外下列二條件：

一、將空氣不絕供給燃燒部。

二、保持燃燒部之溫度在發火點以上。

日常用保險燈之燈罩，即為增加空氣之供給，使其燃燒較不用燈罩時格外強盛，所以強盛之理，乃由燈罩內部之空氣，因熱膨脹而上昇，其金屬燈頭下部之無數孔隙，能將新空氣不絕盡量輸入也。烟通管之構造，亦不外此理。

消滅燃燒之方法。在空氣中燃燒之物體，欲消滅之，有三要項：

- 一、斷絕空氣之供給。例如將盛燃之炭火，投入器內，以蓋覆之，火即熄滅。
- 二、使燃燒部之溫度降至發火點以下。例如以水澆火，或以口吹滅燈燭。
- 三、以不能燃燒之物體圍繞燃燒部。例如以無水炭酸消滅燭火。

將炭火投入滅火器內時，並有水氣及無水炭酸自器口噴出，故兼具第二、第三兩種滅火效用。

洋燈傾倒，火油流溢，猛然着火時，可速以多量之灰撒布其上，或急以綿絮等物掩之，切勿澆水。因火油重量比水輕，澆水則油浮水上，水向四散，反易使火蔓延也。

緩慢之氮化作用。潮溼之空氣中，置鐵器，則生赤色之鏽；置木材，則其質漸漸腐朽；是皆緩慢氮化之著例。又動物由呼吸作用，將空氣內之氮吸入血液中，血液循環身體各部，出其所含之氮以營氮化作用，同時發生無水炭酸與熱，是亦一種緩慢之氮化，但不發光耳。又木炭硫黃等，不加熱而放置空氣內，不知者，以為

永久不變，其實不然，特其氯化極爲緩慢，經過長久之年月，故不能發見其變化。換言之，則由氯化所生之熱，不絕向周圍散失，故其氯化常極緩慢，此其變化所以不顯也。

彼倉庫等存儲之煤炭，常有自然發火之事；卽緩慢氯化所生之熱，因多量之煤炭堆積而妨其放散，其溫度次第上昇，而化學作用亦隨之漸漸強烈，遂至達於煤炭之發火點而發火。火藥庫之無端爆發，其理亦同。

第八章 氫（輕氣）

氫之製法 最普通者，爲以下二種：

一、用單體之鈉置於水中，使之生氫。

(1) 取直徑一分五釐深五分許之鉛管，將少許之鈉緊塞其內。或取稍粗之鑰匙，利用其孔以代鉛管亦可。

注意 或不用鉛管、鑰匙之類，而以有柄之鐵網罩鈉，勿使浮上；但稍不留意，則鈉有爆發之患，灼熱小體，猛烈飛出，往往使人負傷。又有用玻璃管以代鉛管者，

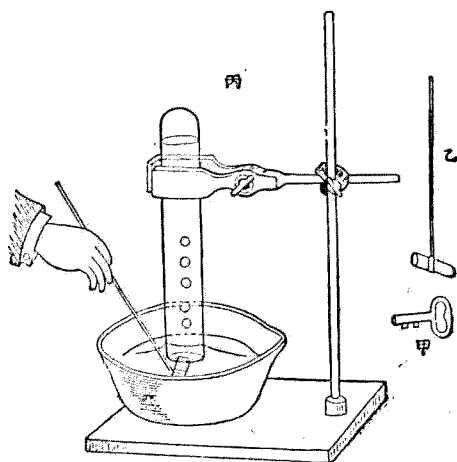
用 鈉 製 氫 之 裝 置

甲、鑰匙

乙、鉛管

丙、全部

裝置



受熱不免炸裂，亦非安全之方法，故最善莫如用鉛管或鑰匙之類。用時，可將朝上之管口略為傾側，如氣體之發生過急，可將管口向下；過緩，可將管口向上，以加減氣體發生之速度，極為便利。此實驗所用之鈉，只需用黃豆大，即可以得一試驗管之氫。

(2) 將試驗管充水，以大拇指掩其管口，倒立於另外置水之蠶蒸發皿中，或用飯碗以代蒸發皿，亦可。

(3) 塞鈉之鉛管，須用鉗子挾持之，入水後，管口略斜向上，使恰對倒立之試驗管口。若無鉗子，可用鉛絲捲鉛管於一端而持之，其式如上圖。

(4) 鈉已消盡，發生之氫已滿試驗管，再以太拇指掩其管口，取出水外，將管

口向上，急點以火，則管內氣體噴出，發鈍音而燃燒，故可斷定爲氫。

(5) 將赤色試驗紙浸於蒸發皿中，立變青色。

鈉與水遇，則起反應，而生氫及氫氧化鈉。(苛性鈉) 反應式如次：



氫氧化鈉易溶於水，反應爲亞爾加里性，可參考後章亞爾加里性項下。

二、鋅加稀硫酸，亦可得氫。是爲常用之製氫法。用濃硫酸，生氫反難。

(1) 取粒狀鋅十數枚，裝入雙口瓶內，再將清水注入，以沒鋅爲度。然後以貫漏斗管之軟木塞，塞瓶之一口，以貫導管之塞，塞瓶之他口；漏斗管之下端，須插入水中，導管 A 之前端，則置入貯水之水槽內。塞須嚴密，勿漏氣，可用石蠟或洋燭油封之。

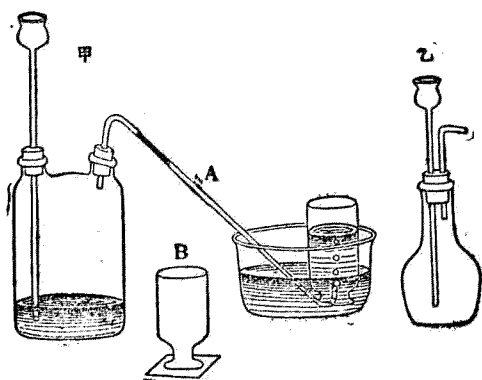
注意。亦有用平底燒瓶代雙口瓶者，其裝置如乙圖。鋅粒裝入燒瓶時，宜橫

置燒瓶，使鋅粒滑入；若自上投入，瓶必破裂。

(2) 自漏斗管注入濃硫酸少量，(瓶內有水，注入濃硫酸少量，其功用等於

用錫與硫酸製氫之裝置

甲、雙頸瓶
乙、平底燒瓶
A、導管
B、集氣瓶



(3) 檢查發生之氫，其中雜有空氣否。

可與第一法同樣，先以試驗管收集氣體，將管口向上，以火點之；若發銳音而

燃，即為雜有空氣之證。若其音鈍，即知其不雜空氣。此時可用集氣瓶在水槽中

收集氣體。

稀硫酸。畧為振動，可見氣體發生之狀。其後若氣體發生過緩，可再加少量之濃硫酸。

注意。不可一時加入多量之硫酸；

否則氫之發生過於猛烈，且瓶內

發生甚劇之高熱，防有裂瓶之患。

倘遇此種現象，可將冷水注入漏

斗，使酸稀薄；一面將瓶浸於冷水

中，使之冷却。

(4) 用集氣瓶集氫，以備試驗。

與前章用集氣瓶集氫手法略同，將充水之集氣瓶，倒立水槽中，乃將導管前端，正對瓶口，使發出之氫與水置換，瓶中集氫既滿，須以毛玻板嚴蓋其口，始能取出水外；取出後，須將瓶口向下，倒置案上，如上圖B。又充水之集氣瓶，宜多備數個，倒立水槽內；否則恐一時氫之發生過速，有措手不及之患。

注意。 鋅遇稀硫酸，即發生硫酸鋅與氫，其反應式如次：



此際殘餘之鋅粒，用水洗淨，尚可供他日之用，慎勿拋棄。

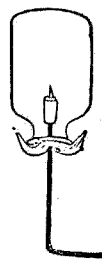
漏斗管注入硫酸，有時不易下達瓶中，乃因瓶中氣體充滿，壓力過大，可將導管A前端引出水外，則氫向外逸，瓶中氣壓頓減，硫酸自易從漏斗管下降。

又氫之發生如漸衰弱，可再加入少量之硫酸。

氫之實驗。 其方法亦有種種：

一、將充氫之集氣瓶與蓋分離，仍保持倒立之位置，速以預備之燭火倒插入瓶

貯氣
瓶中
插燭
狀火



內，則氫着火而燃於瓶口，發青色之焰，燭火同時消滅。再將燭徐徐引出至瓶口，重點火插入瓶中，則又消滅。此實驗之結果，可證明氫不能助燭之燃

燒，氫之本體在空氣中，則有能自燃之性。

二、取兒童玩具中之小輕氣球，（爲橡皮薄膜製成，富於張縮性。）套於製氫瓶

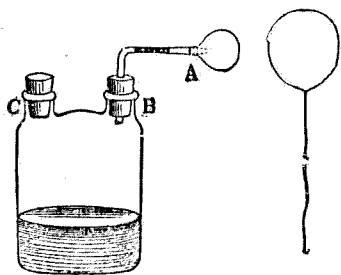
之導管A前端，將氫輸送球內，則球受氫之壓力而膨脹，乃用細線緊縛球口，釋手，球即飄動而上升。

注意。瓶口所用之塞，（如圖B C）宜與瓶口

密合，不可些微漏氣；否則瓶內氣壓難增，即不能使球膨脹。又導管A之前端宜細，以便套入

球口。

小輕氣球之製法



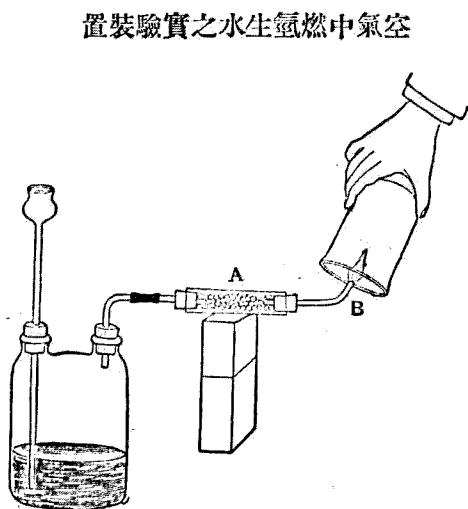
瓶口C若用貫漏斗管之塞，則因氫之壓力，每至瓶內之液向漏斗管逆上，故不相宜。又球之膨脹宜徐徐，且宜充分，若膨脹不足，球即不能上升。氫比空

氣輕之理由，此實驗可以證明，即球之本身原比空氣重，今充以比空氣重凡十四分之一之氫，故球之全體反比空氣輕，此其所以上升也。

輕氣球。氣球之囊，以薄絹爲之，上黏以橡皮膠，使成不漏氣之裝置。囊之全體絡以網，下繫一可容一二人之藤籠，以氫充入囊中，則球自能上升。球所以能上升，則因囊體及坐者之全重，較之同體積之空氣猶輕。換言之：則氣球之全重，小於空氣之浮力也。球既上升，囊內之氫，無需增加，蓋上升漸高，空氣之壓力漸減，囊中氣體膨脹，囊亦隨之膨脹，可增加上升力；但氣壓雖減，同時氣球因膨脹之故，受氣壓之面積又漸增，故結果，氣球之上升力，殆無甚變化。且囊之體積有一定，亦不能儘量膨脹，卒之輕氣球之重，遂與空氣之浮力相等。至此，則球之上升已達極度，但能爲水平方向之活動而已。若再欲升高，惟有投去其所備砂囊之一部。球頂有孔，可隨時啟閉；下降時，可開其孔，使氫之一部逃去，球自下降。倘誤落或下落過速，惟有再投去砂囊之一部，令其略向上升。氣球上升用之氣體，不用氫，用煤氣亦可；因煤氣亦比空氣輕，且價廉也。近年來飛機之發明，日新月異，輕氣球

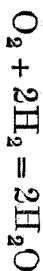
之功用，將成爲科學歷史上之紀念品矣。

三、自雙口瓶發生之氫，常雜水氣，若欲去之，可如下圖裝置，使自充滿氫化鈣之



置裝驗實之水生氫燃中氣空

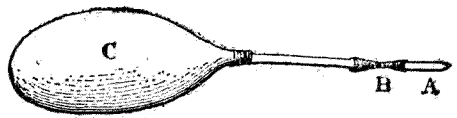
A管內通過，則水氣被氫化鈣吸收，自B管前端吐出，遂純爲乾燥之氫矣。乃以火點之，取如圖所示之大燒杯，罩其燃燒之焰上，則燒杯內面，因附着水氣而生溼暈，漸成水珠而下滴，是卽氫與空中之氮，化合生水之明證。其反應式如次：



注意。 B管前端口點火時，須氫中確無空氣混雜；否則難免爆發，致全部裝置破壞。

四、將少量之氮，納入如下圖之膀胱內，再加入二倍其體積之氫，用橡皮管挾挾橡皮管B部，以防氣體之外逸；另將下等肥皂溶液盛於淺而小之皿內以A管之

接連之管導與膀胱



前端插入肥皂溶液中，鬆去橡皮管，挾徐徐壓縮膀胱C部，可以吹成大小不等之肥皂水泡。此際若將有長柄之燭火與皂泡接觸，則由氮與氫之化合，而發猛烈之爆聲，乃因其化合物所生之水蒸氣，受熱忽然膨脹所致。

若以空氣五容，氫二容，納入膀胱，如前法作成肥皂泡，點以火，亦如前爆發。

氫之性質：一、爲無色無味無臭之氣體，乃一切物中之最輕者，比空氣輕一四·四倍。

二、在空氣中燃燒，放淡青色之焰，結果成水。

三、將氮一容與氫二容混合，點之以火，則爆發而生水。

四、氫在強壓及低溫之下，成無色之液體，零下二五二·五度沸騰，零下二五八度成固體。

液態氫之製法。液態氫之製法，與製液態空氣之裝置略同。製液態空氣時，冷

却壓縮之空氣，雖可用冰與食鹽之混合物，然製液態氫，欲將壓縮之氫冷卻，則必需用液態空氣，故手續極其繁重。

氫之用途。製輕氣球用之，又發生氮氫焰時亦需用之。氮氫焰之製法：用氮氫焰管，先使發生之氫，自金屬製細管之前端流出，點之以火；再將氮送入其燃燒部，則發生約二千度之高溫；最難熔之白金（熔點千七百七十度）在此焰中，亦能熔解。生石灰之小片置於焰中，則發強烈之白光，是即石灰光。活動幻燈，即利用石灰光者。

第九章 水

水之性質。水之存在，遍於地球各處。純粹之水，無味無臭，其薄層透明無色，厚層則呈青色。此乃水將白色光綫中之橙色吸收，而反射其餘色之青色所致。水之密度，以攝氏四度時為最大。一立方糲水之質量（重一公分）至攝氏百度變為蒸汽時，在一氣壓之下，有液體時一六九六倍之體積；又在零度凝固成冰時，體積之增加，為液體時之一·〇九〇七倍。水因有溶解多物質之性，故為良好之

溶解劑。

天然水 分爲雨水、井水、海水、礦泉等。

一、雨水 初降時之雨水，常混有空氣中之無水炭酸、安母尼亞及少量之塵埃、多量之微生物，故極易腐敗。久降後之雨，則雨水純粹，最適於洗濯之用。

二、井水 乃雨水浸入地中，再成泉而湧出者；因在地中通過一次，故多含有鈣及鎂之炭酸鹽或硫酸鹽等。

三、海水及礦泉 含有多量之礦物質，極不純粹。

硬水及軟水 例如井水等含有鈣、鎂之鹽類者，謂之硬水；雨水等不含如是之固形物者，謂之軟水。彼開水壺內附着之白色固形物，大都由炭酸鈣、硫酸鈣等沈積而成。

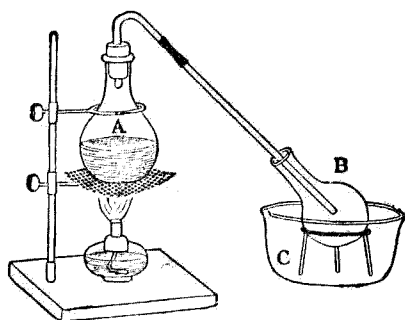
蒸溜水 將不純之水煮沸，使其所生之蒸汽冷結，而得純粹之水，此法謂之蒸溜。故欲得純粹之水，非使普通之水經過沸騰、蒸發、冷結之塔級，而與其夾雜物分離不可。下述蒸溜法可得純水之理：

天然水所含之不純物，在水之沸點，概不揮發，當水沸騰化汽，此夾雜物即殘留於器中。至於安母尼亞、無水炭酸等氣體，比水更易揮發，若水中溶有此種氣體，

則水沸騰化汽時最初即與水蒸汽一同放出。故含有揮發性不純物之水，最初蒸溜之部分，必需棄去，此後蒸溜所得者，始得為純粹之水。蒸溜水多供化學實驗用，又醫藥上所用之水，亦非蒸溜水不可。

如上圖所示，為取蒸溜水之簡易裝置。其法於燒瓶A內入普通之水，以酒精燈熱之，而將其發生之蒸氣，導入三角架C上之燒瓶B內，B上須蓋以溼布，不時用冷水注加布上，稍經時間，則蒸

簡單之蒸溜裝置

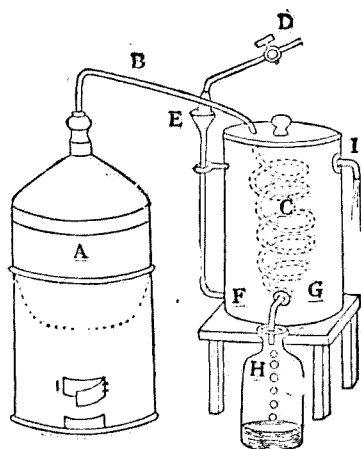


瓶B內得無色透明之蒸溜水。

下圖所示，乃精密之蒸溜裝置。

水釜A中之水沸騰時，水蒸氣通過導管B而

精密之蒸溜裝置



達於蛇管 C。此時若開活塞 D，將冷水注入漏斗管 E，則冷水由漏斗管下部之管 F，灌入水槽 G，蛇管內之水蒸氣，觸之而冷結，此水因受熱漸暖而升於水槽上部。再從漏斗管注入冷水，則由水槽上部之曲管 I 向外流出。故蛇管之外不絕給以冷水，使長保其冷，則通過其中之水蒸氣，亦不絕冷結而

成水，自出水管 H 之口，下流而溜入瓶內。

飲料水。飲料水應具之條件，大略如次：

- 一、無色透明，毫無臭氣。
- 二、有清涼之佳味。

井水或泉水，所以有清涼之佳味，蓋因其中溶有無水炭酸。蒸溜水淡而無

味，故不宜於作飲料。

三、不含安母尼亞、亞硝酸及此等之鹽類。

四、不含鉛及銅等之化合物。

五、不含病原細菌。

六、不含多量之有機物。

此外如炭酸鈣、硫酸鈣等礦物質，含量太多，亦不相宜。

飲料水檢查法。飲料水之檢查，手續繁重，以下所舉，僅就普通有害物質數種，

述其檢查法耳。

一、安母尼亞或銻鹽。先將應檢之水納於玻璃杯內，下鋪白紙，置杯其上，注入

彙司列爾 *Nessler* 試藥數滴，稍置片刻，若呈微黃色，即為安母尼亞或銻鹽含量

少之證；倘生赤褐色之沈澱，則為其含量多之證。蓋含量多，則其色因之愈濃厚，所

以生沈澱也。

注意。應檢之水，注入試藥，其變化暫未判明時，可另取一玻璃杯盛蒸溜水，亦

如前鋪白紙滴試藥，靜置片刻，而與應檢之水比較其色。佳良之井水，加彙司列爾試藥，雖無色之變化，若將此井水加入安母尼亞水一二滴，或加入米粒大之氫化銻，則忽生赤褐色之沈澱。

彙司列爾試藥之製法：此項試藥，藥肆中本有製成者出售，若欲自製，可如次法。先取碘化鉀之溶液少許，將昇汞（氫化第二水銀）溶液徐徐滴入，略為振動，最初所生之碘化汞沈澱，易於溶解，再徐徐注加昇汞水，至沈澱不溶解之狀，即可停止。次加入同容積之苛性鈉溶液，以濾紙濾去其沈澱，即得彙司列爾試藥。

二、鉛及銅之化合物 以玻璃杯盛應檢之水，置白紙上，通入硫化氫，若僅呈褐色，可證明含此等金屬化合物之量極少；倘生黑色沈澱，則其含量必多。所含如為鉛，則黑色沈澱為硫化鉛；如為銅，則黑色沈澱為硫化銅。

注意。應檢之水，通入硫化氫後，如其色之變化尚不分明，可另用一玻璃杯盛應檢之水與之比較，總可發見些微之變色。又發生硫化氫之法，可用硫化

第一鐵加以稀硫酸或稀鹽酸，即得。

通常井水，絕少含金屬化合物之事；但導水管多用此項金屬製成，遂往往雜有此項金屬化合物。

三、有機物 以玻璃杯盛應檢之水，注加硫酸數滴，少停，置酒精燈上熱之，（熱至攝氏六十度爲限）再將此杯置於白紙之上，滴入少量之過錳酸鉀稀薄溶液，液本赤紫色，滴入後，如其色次第消失，即此水中含有有機物之一證；若儘放置，其色不消時，可證明其不含有機物。

過錳酸鉀易使有機物氮化，故由其氮化之結果，而消失固有之色。如水中含有有機物之量多，則雖多量之過錳酸鉀，其色亦能消失，故即此可推知其有機物之含量。

四、食鹽 井水之良惡，雖不由水中含食鹽與否而定；但構造不良之井中，往往流入動物之排泄物，因而井水中混雜多量之鹽分；故溶於井水中之食鹽分量，有檢查之必要。濱海地方之井水，殆未有不含食鹽者。

欲檢井水中有無食鹽，可將應檢之水納入試驗管，注加濃厚之硝酸銀溶液一二滴，無食鹽，不生變化；含有微量，僅生白濁；含量多，則生多量之白色沈澱。此沈澱物乃爲氯化銀。

作硝酸銀溶液，將硝酸銀少許溶入蒸溜水，即得。

第十章 無水炭酸（二氯化炭）

無水炭酸之發生 一、由木炭、蠟燭、火油等之燃燒而生。如暫時燃蠟燭於瓶

中，注入少量之石灰水，加蓋搖動，即生白濁是爲瓶中有無水炭酸存在之明證。

集氣
瓶中
燃燭
之狀



二、由動物之呼吸而生。如以玻璃杯貯石灰水，用細管不絕吹入呼氣，少停，亦生白濁，可證明呼氣確含有無水炭酸。

無水炭酸之製法 簡便之製法，用大理石加入稀鹽酸，即得純粹之無水炭酸

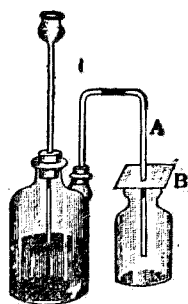
氣體。

注意。行此實驗，若以硫酸代鹽酸，最初雖發生氣體，但大理石與稀硫酸反應

而生之硫酸鈣，其性質極難溶於水內，遂漸漸被於大理石之面，而阻礙氣體之發生，故知不能以硫酸為鹽酸之代用品。

一、將大理石三十公分，碎至蠶豆大，裝入雙口瓶內，注入清水，被石為度。瓶口之一，塞以貫漏斗管之軟木塞，管之下端須插入水中；其一，塞以貫導管之軟木塞，再將導管 A 部，插入集氣瓶 B 內。

用大理石及鹽酸製無水碳酸之裝置



瓶內。

無水碳酸比空氣重，自能逐出空氣，集於

注意。設無雙口瓶，可用尋常之燒瓶代之，

燒瓶宜用平底者。裝入大理石時，瓶宜橫

置，將石片斜溜入瓶，不可直投，致瓶破損。

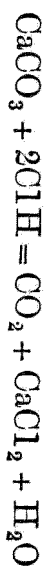
二、將濃鹽酸少許，自漏斗管注入，略為振動，必見氣體發生之狀；如氣體發生太緩，可再注加濃鹽酸少許。

三、注鹽酸經一分時後，少啟集氣瓶之蓋，將火柴擦着，持近瓶口，若立時消滅，可

知瓶中已充滿無水炭酸，乃將雙口瓶舉起，徐徐將導管自集氣瓶抽出，遂以玻板蓋瓶口，置於一旁，再將導管之端，插入另一集氣瓶中。

注意：一、集氣瓶之蓋，可以平坦之厚紙代之。

二、大理石之成分爲碳酸鈣，注入稀鹽酸，則生氫化鈣及無水炭酸。其反應式如次：



用過之大理石，以水洗淨，尙可供他日之用。

無水炭酸之實驗：一、將蠟燭立於案上，點火使之盛燃，再將充無水炭酸之瓶連蓋倒轉，持至燭上，徐徐去蓋，則瓶中之無水炭酸如水下注，倒壓燭火，火忽消滅。由此實驗，可證明無水炭酸比空氣重，且不能助蠟燭之燃燒。

二、將充無水炭酸之瓶，注入少許之石灰水，稍爲振動，卽生白濁，下列其反應式：



三、將導管 A 之端插於貯水之試驗管內，通入無水炭酸，約三分時，試嘗其水，必

略帶酸味。又將青色試驗紙浸入其中，立變赤色。

無水炭酸溶解於水，即與水化合而生炭酸，此物為酸性，故能將青色試驗紙赤化。此實驗，可參看後章酸性項下。常人於無水炭酸單稱炭酸，但為學術上所不許。

無水炭酸之性質。一、為無色無臭之氣體而稍帶酸味，比空氣約重一倍半。

二、不能助物之燃燒。

三、遇石灰水即生白濁。

四、溶有無水炭酸之水，稍帶酸味，能將青色試驗紙變為赤色。

在攝氏二〇度，一容之水，可溶解無水炭酸約〇·九容；但溶入之量較多，不能立時溶盡耳。

五、雖無毒性，然動物在此氣中，無不窒息。

無水炭酸，倘在低溫度下加以強壓，容易變為液態，并能變為固體。

液狀及固形之無水炭酸。無水炭酸在攝氏零度時，加三十五氣壓，即成無色。

之液體。此物在歐美，已成爲販賣之商品。將液狀無水炭酸露置空氣中，則其一部立即蒸發，其殘餘之部分，因蒸發失去多量之熱，致液狀無水炭酸，更變爲白雪狀之固體。固形無水炭酸之用途，在得低溫度而已。

無水炭酸之應用。舉其重要者如次：

一、汽水製造法 (1) 將製成之無水炭酸，貯於藏氣箱中。

(2) 用某種裝置，加大壓力於無水炭酸，使之溶解於清潔之水中，以作成炭酸水。

無水炭酸溶於水中，則水帶微弱之酸味，名曰炭酸水。又無水炭酸與他氣體相同，因壓力之增加，益增其溶解於水之量。

(3) 先將少量之砂糖水納入汽水瓶中。

(4) 將受大壓力而溶有多量無水炭酸之炭酸水，導入特別之裝置，乃開其裝置所備之活塞，而注入貯砂糖水之汽水瓶中。

(5) 瓶既注滿，仔細閉其注入部分之活塞，然後將瓶倒轉直立，則瓶內之玻

閉。玻璃球，因所加大壓之急減，瓶水內無水炭酸向外逃出所生之壓力，遂至將瓶口堅

觀此則汽水不過溶無水炭酸於砂糖水中所成之物而已。

注意：瓶倒置時，須保持瓶水不至外漏。又倒置既久，如近底之液稍濁，不可飲用。

二、荷蘭水製法 將重碳酸鈉二公分，酒石酸一公分半，混和置入器內，注入清水，則二物間起化學作用，而生無水炭酸，即成荷蘭水，可供一次之飲用。此水汽味清涼，且有消食之功效；若再加少許之蔗糖及檸檬油數滴，則更甘香可口。家庭製荷蘭水，若有現成之荷蘭水空瓶，可將煮過之清水先置瓶內，次加入酒石酸、檸檬油、蔗糖等，使之融化；最後乃加入重碳酸鈉，以手掩瓶口，將瓶倒轉，則瓶內發生無水炭酸，自將玻璃球抵住，緊塞瓶口。此法極為簡便，且製成之品，與市售者無異。

三、消火器 如甲圖所示，其內部懸置如乙圖所示之瓶，瓶塞 A 鬆鬆塞入 O 瓶內。其使用法如次：

甲、消火

器

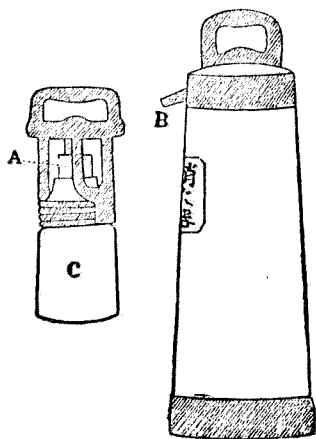
乙、入硫

酸之

瓶

乙

甲



(1) 於甲圖所示之

器，入全器八分許之重炭

酸鈉水溶液。

(2) 玻璃瓶內亦入

八分許之濃硫酸，懸置於

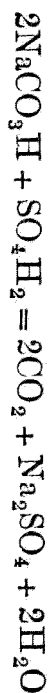
甲圖所示之器中，再旋緊

其螺旋蓋。消火用所用二藥品之比例，為硫酸七分，重碳酸鈉十二分。

注意。濃硫酸最易吸收水分，故消火器永久放置，則硫酸之體積漸漸增加；若

最初即用滿瓶，置入後，必有外溢之患。

(3) 用消火器時，將器倒轉，略為振動，則瓶塞因鬆而脫，瓶內之硫酸盡行傾出，與重碳酸鈉之水溶液生作用，而盛發多量之無水炭酸。由此氣體之壓力，使消火器內之水，隨無水炭酸，以盛大之勢力，由管口 B 猛烈向外噴出，火觸之，立即消滅。重碳酸鈉遇硫酸所起之反應，可以方程式表出之：



構成消火器之學理，吾人可用簡單之實驗以證明之。其法：即於燒瓶內入重碳酸鈉少許，灌入八分許之水，振搖數次，使之溶解；另用試驗管貯硫酸少許，徐徐注入瓶中，則因發生猛烈之無水碳酸，水泡向上洶湧不絕；視適當之機會，插入貫玻璃細管之軟木塞，則水由細管之尖端不絕噴出。

注意：發泡過盛時，插入瓶塞，須防塞被激飛出。

消火器原理之簡易實驗



細管尖端之孔宜小，則噴出之水始能高射。注入硫酸，若直用硫酸瓶，常有注入過多之患；故以分入試驗管注入為宜。

空氣中之無水碳酸。無水碳酸，以薪炭之燃燒，動物之呼吸，有機物之腐敗分解，不絕放散於空氣中；故空氣常含有其體積一萬分中三乃至四之無水碳酸，其量大略一定，無甚鉅之增減。至其量所以無大增減，則因植物以葉吸收無水炭

酸，由日光作用分解之，用其炭素以構成自體，而氮素則放還於空氣中之故。植物之葉營此作用，植物學上謂之光合作用，可用下述之實驗法證明之：

一、以如後圖之圓玻璃筒或大燒杯貯水，通入無水炭酸約數分鐘。

綠葉得日

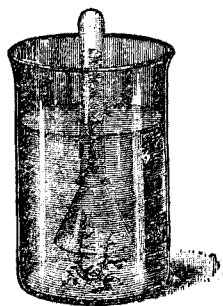
光之助分

解水中所

含無水炭

酸而放出

氮素之狀



二、取新鮮之水草（通常用車軸藻或

金魚藻）置圓筒內，以漏斗倒覆之；再充

水於試驗管，倒覆於漏斗之細管部分。

三、曝於強烈之日光下數小時，此試驗

管內，必發泡不絕而充集無數之氣體。

四、以拇指掩試驗管口，自水中取出，管口向上，急以火柴之餘燼插入，則放光而燃燒，故知此中之氣體爲氮。

如前所述：雖因植物之葉吸炭吐氮，空中無水炭酸之含量，不至有甚大之增減；但羣衆集合之會議場，以及教堂劇場等，因多數人之呼吸，及燭火之燃燒，每於室內蓄積多量之無水炭酸，其空氣體積一萬分中，竟有達三〇分之多者。此外

或更混入燃燒未透所生之氮化炭，及帶臭氣之未燃燒氣體，（如燭心發出之白色氣體，或保險燈中心噴出之火油蒸氣）往往大礙吾人之衛生。

炭素之循環 一、由薪炭之燃燒，動物之呼吸等而發生無水炭酸。

二、植物以綠葉在空氣中吸收無水炭酸，由日光之助而分解之，以其炭素為組成體質之資，將氮素放還於空中，使再適於動物之呼吸。

三、動物食植物或食以植物為食之動物，由吸入之氮而氮化之，吐出無水炭酸，使適於綠葉之吸收。

由是言之：炭素實循環於動植物界；而動物與植物實互助以維持其生活，亦甚明矣。

第十一章 氮化炭（一養化炭）

氮化炭之發生 火盆、火爐等燃燒木炭時，常見其上部發生美麗之青焰。是

即由木炭燃燒所生之無水炭酸，再觸赤熱之木炭，變成氮化炭，復在空氣中燃燒者。氮化炭燃燒後，其結果又生成無水炭酸。

氮化炭之性質。一、爲無色無味無臭之氣體，比空氣稍輕，對於空氣之比重爲〇·九七，恰與氧素相等。

二、在空氣中燃燒，發青色之焰。

三、有猛烈之毒性，倘吸入肺內，必起頭痛眩暈，甚至於死。

氮化炭之毒作用，卽與血液中之血色素 *Hæmoglobin* 結合，而成甚難分

解之化合物。血色素之功用，在攝取肺部吸入之氮，由血管輸送於身體各部，以營氮化作用，而維持全體之生活。今一旦與氮化炭結合，則失其吸取肺部氮素之能力，其結果殆與窒息無異。

四、氮化炭在強壓低溫之下，變爲液體。

注意。氮化炭不僅發生於木炭燃燒時，他如薪之燃燒，或火油燈等燃着時，亦有少量發生，故室內非常使空氣流通不可。

第十一章 炭素

炭素之種類。炭素有二種：一爲結晶形炭素；一爲非結晶形炭素。結晶形炭素，

或純粹或不純粹；非結晶形炭素，殆無純粹者。

結晶形炭素

金剛石 (通常為正八面體)

石 墨 (間或成六角晶形)

無定形炭素

木炭 骨炭 煤炭 油烟 枯煤 氣體枯煤

金剛石之性質

(有機物尤多) 往往呈黃色、褐色或黑色不等。

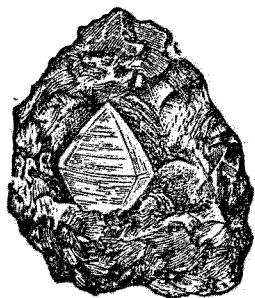
一、具有美麗之光澤，純粹者雖為無色透明，但因多含夾雜物，

二、在一切物質中，為最堅者，其比重為三·五。

三、折光作用極強。

四、在氮素中熱以高溫度，則燃燒而發生無水炭酸。

金剛石之結晶正八面體



五、多數之藥品不能侵蝕。金剛石之用途 一、產額極少，故其價

昂，而爲貴重之寶石。

二、品質之劣者，可以割玻璃，或於玻璃板上描寫書畫。又磨玉石，削鋼鐵，亦非用金剛石不可。

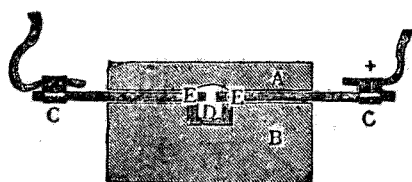
人造金剛石之製法。

將燃燒砂糖製成之炭素，納於鐵製之小圓筒內，旋緊其筒口之螺旋，再投入電氣爐之熔鐵中，則鐵製圓筒熔成液狀，並將其中之炭素溶解；（熔鐵在高溫度，能溶解四·五%之炭素）於是使溶此炭素多量之鐵液急

冷，則外部生極堅硬之皮，其內部含炭素之鐵，亦由液狀而變爲固體。當其未成固體之時，外皮先冷而收縮，內部依然膨脹，故所含之炭素，受大壓而成金剛石。再將其浸入鹽酸中，則鐵溶解，而餘結晶形之金剛石，但晶體甚小，實際上不能供用耳。

電氣爐之構造，畧如上圖所示。A、B爲生石灰製成之爐，C、C爲二本之粗炭素棒，應熱以高溫度之物，可

電氣爐之模型



納入坩鍋，而置於D處。

今以導綫接於炭素棒外端，而通以強電流，則與弧光燈同樣。E E之處，達非常之高溫，而將坩鍋內之物強熱。用電氣爐，可達三千五百度之高溫。

石墨之性質。石墨一名筆鉛，下述其性質：

一、稍帶金屬狀之光澤，灰黑色，不透明。

二、質軟且滑，比重爲二·二。

三、最難熔解。

四、在氮素中，加高溫熱之，即燃燒而生無水炭酸。

五、爲電之良導體。

石墨之用途。一、與黏土混合，可以製成坩鍋。坩鍋在高溫下熱物時用之。

二、用以製鉛筆之心。製筆心，先將石墨搗成細粉，再將黏土粉混和，作成棒狀

之細條，以火燒之，即成。至其質之軟硬及色之深淺，則視所加黏土量之多寡而

定，即黏土多，可增硬其質，而色亦淺；少則反是。又用火燒時，隨其溫度之高，而質

亦可增硬。

三、用以減少機械之磨擦。

四、電氣鍍金時，用以塗於玻璃、石膏等之表面。電鍍時，其受鍍之物，不可不爲良導體；但如玻璃、石膏等物，傳電極難，故必於其表面塗附石墨粉末，使成爲良導體。又玻璃不能直接塗上，故須先塗假漆一層，再於其上塗以石墨粉末。

石墨之製法。溶炭於熔鐵中，使之徐徐冷卻，則炭變爲石墨，成結晶而析出。

又普通之炭，遇電氣爐之強熱，卽變石墨，故現今可用此法，製出多量之石墨。

木炭之性質。一、黑色而多氣孔，比重一·五，含炭素八六%。木炭質疏而多氣孔，含多量之空氣，故其重量比水輕，可浮於水面。

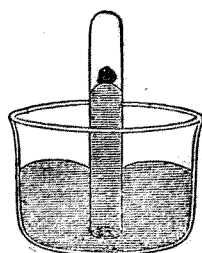
二、在攝氏三〇〇〇度以上融解，三五〇〇度化爲氣體。

三、有吸收種種氣體，或吸收水中所含種種有害物之性。

木炭吸收氣體，可如下法實驗：

(1) 充水銀於試驗管，將其倒轉立於盛水銀之鉢中；但試驗管須擇其堅牢

木炭
吸收
氣體
之裝
置



者。

(2) 將無水炭酸導入長橡皮管，管端插入試驗管口，則無水炭酸集於試驗管內。

(3) 將木炭小片燒成赤熱，以驅逐其氣孔中

所存之氣體，再壓入鉢中之水銀內，而將其置於試驗管口；因木炭比水銀甚輕，遂浮出於管內之水銀上面。

(4) 木炭將管內之無水炭酸吸去；故管內之水銀面漸見上昇。若管內之水銀面上昇不甚顯著，可再將赤熱之木炭壓入管內。

注意 (1) 水銀最易走漏，且為高價之物，行此實驗，可將鉢置於廣而淺之容

器中。(2) 此實驗用安母尼亞，亦得同樣之結果；但不及用無水炭酸之便利。

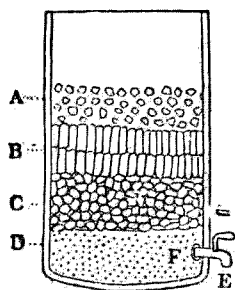
四、在空氣中不氟化，又不受水及藥品之作用。

木炭之用途 (1) 作燃料用；(2) 用作防臭劑；(3) 用以濾過飲料水。

濾水器之裝置，畧如左圖。A 粗礫，B 木炭，C 粗礫，D 細砂，E 使水流出之管

口，F 乃爲防細砂之流出而包以水中難腐之椶皮之部。

濾水器



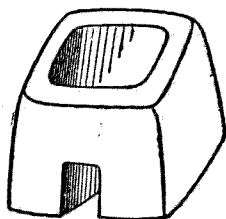
注意。濾水器所用之砂礫及木炭等，須先以清水洗淨，而後可用。椶皮用久，亦不免腐敗，宜另易新者。砂礫木炭等，若含污物過多，亦宜更換；否則濾水必不易過。

燒炭之原理。

木材大部分爲炭、氫、氮各元素之化合物，故在空氣中燃燒木材，

則炭素化無水炭酸，氫素生水。若空氣供給不足，則炭素大部分變木炭而殘留，氮、氧及少量之炭素，變爲氣狀之化合物而飛散。燒炭即本此理而出，亦猶常用之火油燈，用燈罩時，則燃燒盛而生烟煤之事少；若去其燈罩，因空氣之供給比較不

無頂燒炭窯之內部



足，必發生多量之烟煤，其理相同。

木材在空氣中燃燒，雖僅留少量之灰；但空氣之供給不足，則燃燒後必得多量之炭。

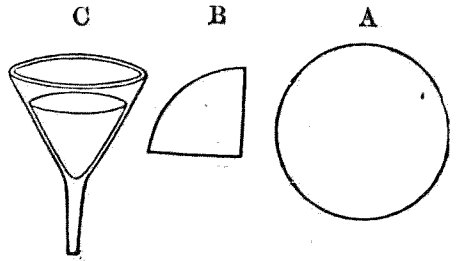
木炭之製法。其順序如下：

- 一、先用泥土作一無頂之窯，前面設一窯門，門縱約三尺，橫約二尺五寸。
- 二、將生木材切斷，長約二尺許，縱列而堆積於窯之內部。
- 三、以泥土封窯頂，頂上留一穴，穴之周緣亦留數穴，以作燒炭時出煙之道路。
- 四、自窯門入火，將木材點着，即封其門，僅留一小口約三四寸大。
- 五、火勢漸盛時，須將窯緣出煙之數穴次第填塞，同時并塞其前面之小口。
- 六、木材燃畢，大約需經三日之久；此際可將窯頂之穴一並填塞，更放置三日之久。
- 七、自初燒至燒畢，凡經六日，可以出炭，此時炭尚赤熱，可積多量之灰，傾入其中以消滅之。

油煙 油煙乃火油及其他燈用油類，在空氣缺乏處燃燒時所生之微小炭粒；此殆為純粹之炭素，可供製墨及印刷墨水之用。墨則以油煙和膠製成者。此項工藝，以徽州人為最精。

骨炭之性質 一、亦如木炭而為多孔質，能吸收種種氣體及水中所含之有害

濾紙嵌入漏斗之順序



物質。

二、吸收色素。骨炭吸收色素之性質，可如下列順

序實驗：

(1) 將濾紙A四折如B，展開嵌入漏斗C之中。
 (2) 注少許之水以溼潤濾紙，然後如圖所示，載
 漏斗於漏斗架上，下面置玻璃燒杯，以容受自漏斗漏
 出之液。

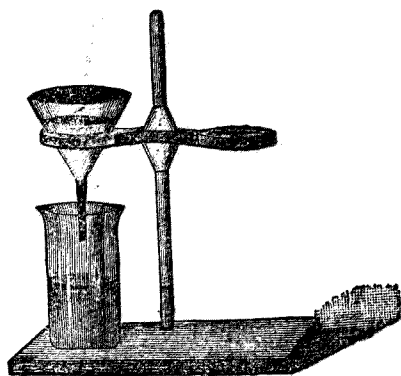
(3) 將骨炭細粉納入漏斗內，約占濾紙之部位
 六分許；過多過少，於實驗之結果均不相宜。

(4) 將青色立妥馬斯試液納入試驗管，用玻璃棒傳引，徐徐注入漏斗內，約
 至濾紙部位八分許以上，注加即須停止。

(5) 一次濾過之液，若不能無色時，可反覆使此液體在骨炭內通過。

骨炭之用途。骨炭為精製砂糖之主要物質。用褐色之赤砂糖精製白砂糖

液體過濾之時裝置



時，可使赤砂糖之水溶液，自骨炭層中通過，則其褐色被骨炭吸收，而成無色透明之液，再使此液蒸發，即得白砂糖。

骨炭之製法。骨炭乃將動物之骨骼納

入鐵製之曲頸瓶中，用火蒸燒而製成。為

極不純之無定形炭素，約含炭素一〇%，此

外九〇%。大部分由磷酸鈣而成。

煤炭之生成。

煤炭生成之方法，頗與木炭之生成相似。即往古繁茂地上之植

物，因地殼變動而埋沒地下，以氮之供給不足，受極緩慢之氮化作用，遂使炭素之大部分殘留；又以其上被積重之土砂所壓，遂至生成堅固之煤炭。此作用謂之炭化作用。煤炭之種類，由炭化程度之深淺而分：即炭化最深者為無煙煤，含炭素之分量最多；煙煤、木煤次之；泥煤乃炭化最淺者，含炭素之分量，亦比較最少。

炭化程度最深者，其埋沒地下經過之年代必最久；最淺者，其經過之年代亦

必最短。故知無烟煤生成之時期最古，泥煤生成之時期最新。

煤炭之種類 分爲無烟煤、烟煤、木煤、泥煤四種。

一、無烟煤 一名無烟炭，俗名白煤。炭化程度最深，含炭素九〇%以上，漆黑色。而有似金屬之光澤，性極耐燃，且燃時概不發烟。

二、烟煤 一名黑炭。炭化程度次於無烟煤，含炭素七〇乃至九〇%，黑色，燃時發濃烟與臭氣。煤氣燈所用之煤氣，卽以此煤製成。

三、木煤 一名褐炭。炭化作用尙不完全，含炭素六〇乃至七〇%，往往殘留木質，黑褐色，燃時發令人不快之臭氣，且極易燃燒。

四、泥煤 一名泥炭。炭化程度最淺，含炭素六〇%以下，其質粗鬆，不獨木質猶存，且其中常雜黏土。

煤炭之用途 不外以下二種：

一、用作燃料。

二、製造煤氣。

煤氣之製法 卽以煤炭納入蒸溜器內，加熱乾溜，（將固體加熱而得蒸溜物，謂之乾溜）便生煤氣，其法略如次述：

一、將煤炭納入鐵製之蒸溜器內，（化學室實驗，可代以鐵製之曲頸瓶）加以高熱，則發生氣體；此氣體不純爲煤氣，中含夾雜物甚多，可用導管引導，使經過種種之裝置以除去之。

二、使經過貯水之器內，則氣體中之一部，凝縮而成煤黑油，Coal-tar 殘留於水中，又此氣體中所含之安母尼亞，亦溶解於水內。

三、使此氣體再通過貯綠礬及石灰混合液之器內，則其中所含之無水炭酸及硫化氫等物，悉被此液吸收，而成精製之煤氣。

四、將此精製之煤氣，引入巨大之藏氣箱而存貯之，再用鐵製之導管分配各處，以供給需用煤氣者。

煤炭乾溜之結果，蒸溜器內所留之殘渣，名曰枯煤，Coke 其上層所附着之物，又有氣體枯煤之稱。下述煤氣之成分及其副產物：

煤氣

1. 氫 放淡青之焰而燃燒，光甚弱。
2. 沼氣 Marsh gas 爲炭氫化合物，焰色畧與氫同。
3. 氮化炭 爲炭與氮之化合物，放青色之焰而燃燒。
4. 生油氣 Olefant gas 爲炭氫化合物，放強光而燃燒。
5. 電石氣 Acetylene 亦爲炭氫化合物，放強光而燃燒。

觀此則煤氣乃由以上之數種氣體合成，其體積一〇〇分中，氫及沼氣約占八〇分；其所以放光明，則由混有生油氣及電石氣在內。煤氣之重量因此空氣輕，故除燈用作燃料外，又可代輕氣球中所用之氫；但有毒性，混雜空氣者，點火即爆發，與氫之性質畧同。

副產物

1. 煤黑油 爲黏稠性液體，純黑色而有臭氣，塗於鐵板表面，可以防鏽，又可用以製輪質、Benzene 洋樟腦、Naphthaline 木油 Kreosote 等貴重藥品，或爲製各種鮮艷染料之原料。
2. 安母尼亞水 爲碳酸銨及其他銨鹽之水溶液，可用以製安母尼亞，及近時用爲肥料之硫酸銨等。

3. 枯煤 灰黑色而有光澤，為海綿狀之多孔質，用作燃料，火力極強。
4. 氣體枯煤 又名長焰性餅炭，色澤與枯煤同，質頗堅硬，可作電池之極（如本生電池之炭精棒，重鎘酸電池之炭精板等）及弧光燈之炭條等。

煤氣之簡便製法 其實驗順序畧如次述：

一、擇堅固之試驗管，將頂上無烟煤搗成細粉，納入管內，塞以貫玻璃曲管之軟

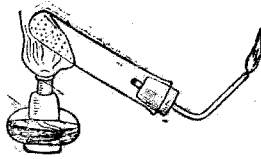
木塞。

二、如圖，將試驗管底部向上傾斜倒置，以高熱之酒精燈熱其底部，久之，必有煤黑油下流至管塞之部分。

三、至適當發出煤氣時，可於試驗管之前端點火。

注意。管塞宜密切，不可絲毫漏氣。細管前端宜尖，出

製煤氣之簡易裝置



孔宜小。初生之煤氣宜棄去，俟空氣驅盡，方可點火。

第十三章 氫化氫（綠化氫）

氫化氫之製法 製氫化氫，加硫酸於食鹽，熱之即得。次示其實驗順序：

一、以燒杯盛水，徐徐注入約二倍其體積之濃硫酸，用玻璃棒不絕攪拌之，此際因發生大熱，宜暫時放置以俟其冷；若急需應用時，可將此燒杯置入盛冷水之器內，則其冷較速。

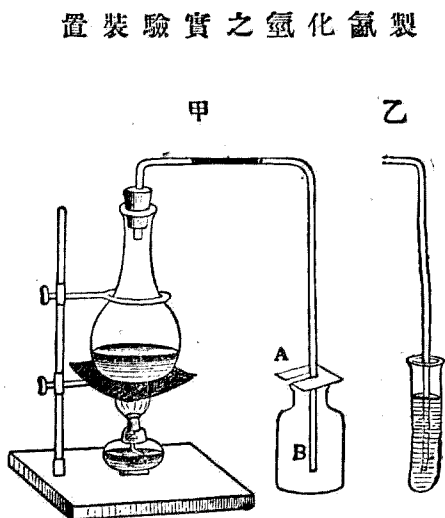
注意：調製硫酸，須用薄玻璃燒杯；倘用其厚者，則硫酸與水混和後，猛然發生高熱，杯必破損。又燒杯內宜先入水，不可先入硫酸；且置水後，硫酸不宜猛然傾入，須徐徐注入，並攪以玻璃棒。

二、將食鹽二十公分納入燒瓶，加以放冷之稀硫酸，乃將貫導管之軟木塞塞其瓶口，再將導管插入集氣瓶內。氫化氫比空氣重，自能逐出空氣而集於瓶內。

注意：（1）倘加入熱稀硫酸，則猛烈發生氫化氫，甚至將室內空氣變為污濁，有碍呼吸。若將濃硫酸加入食鹽，結果亦同。又用過於稀薄之硫酸，因中含水分過多，實驗亦無結果。

（2）集氣瓶宜十分乾燥。若瓶內殘留水分，則將導入之氫化氫溶解，實驗之成績必不良。

三、以酒精燈徐徐加熱於燒瓶，則氫化氫發生不絕。
 四、氫化氫是否充滿瓶內之檢驗。

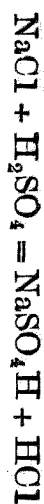


將青色試驗紙持近瓶口厚紙蓋
 A處之隙，立即變為赤色，是為氫化氫
 充滿瓶中之證。

五、氫化氫既充滿瓶中，可徐徐將導管
 之前端B自瓶內抽出，隨以玻板掩蓋
 瓶口；再將導管前端插入乙圖所示試
 驗管之水中，則氫化氫溶解於管內之
 水。

注意：(1) 如乙圖所示之法，雖能使氫化氫溶解於水；但溶解過速，往往使管
 內之水逆流入燒瓶內。

(2) 食鹽加稀硫酸加熱，則生氫化氫及硫酸鈉，其反應式如次：



(3) 實驗後將燒瓶置冷，再以水或熱水洗淨。氫化氫之實驗。下列數種，極能引起學者興趣。

一、將充滿氫化氫之瓶，連蓋倒立水中，徐去其蓋，則水猛然吸入瓶內；若此氣體中不雜空氣，則水竟可滿瓶。是種現象，乃因氫化氫極易溶解於水之故。

二、於試驗管內入青色立妥馬斯試液，加入溶有氫化氫之水少許，立即變為赤色。

三、噴水變色之實驗。乃由以上二種實驗變化而出，此實驗頗有興味。次述其順序：

(1) 於十分乾燥之燒瓶 C 中，插入前圖所示之導管 B，而使之充滿氫化氫。
(2) 將前端特別尖細之玻璃細管 E，貫於瓶塞 D 上，(如下圖乙) 再將瓶塞緊塞燒瓶 C 之口。瓶塞以用橡皮者為佳。

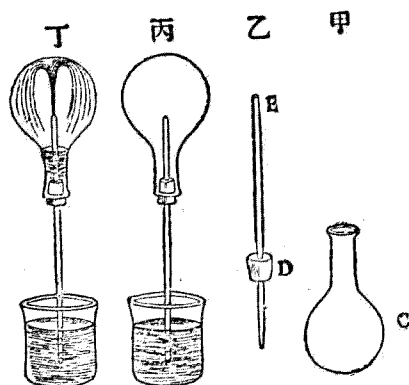
注意。燒瓶與瓶塞，瓶塞與細管，若未能密合無間，則於該處走漏氣體，實驗多

歸失敗。

(3) 以指攪細管一端E部之口，(如下圖丙所示) 倒插入盛青色立安馬斯試液之燒杯內，放指，則水入細管，至與管外之液面同高。

(4) 復以指入杯內，攪管口而將其引出水外，勿使細管內之水流，然後舉燒瓶放指少振，則細管內之水入燒瓶內。

氫化氫能溶於水之實驗順序



(5) 此少量之水既入燒瓶，可急倒轉其瓶，將細管口E部重插入燒杯內之立安馬斯試液中；此時水必逆細管而上，自其尖端向燒瓶內噴出，且同時將青色之立安馬斯水變為赤色。

噴水之理由：乃因少量之立安馬斯試液入燒瓶內，能使瓶內之氫化氫多量溶於此液，瓶內氣壓為之驟減，燒杯內之立安馬斯試液，遂由外界之壓力而逆上，故由

細管尖端向瓶內噴出。

氫化氫之性質 一、爲無色之氣體，有刺激性之臭氣，比空氣重，其對於空氣之比重爲一·二六。

二、極易溶解於水。在攝氏零度，水一容能溶解氫化氫約五百容。

三、氫化氫之水溶液，名曰鹽酸，有酸味，能將青色立妥馬斯試液變爲赤色。

注意 (1) 在溼空氣中，氫化氫生白烟；乃因溶解空中水分，其溶液成雲霧狀之無數微粒故也。

(2) 純粹之鹽酸雖無色；但其粗製品每呈黃色，以含鐵故。

(3) 胃中亦有少量之鹽酸存在，能助食物之消化。

氫化氫之用途 一、用以製漂白粉。製漂白粉，先作熟石灰之薄層，將氫通入其內，則氫爲石灰吸收而成漂白粉。此氫之由來，乃用鹽酸加於二氯化錳而製出者；而鹽酸則由氫化氫溶於水而成。

二、製馬口鐵鍍錫時之應用。馬口鐵俗名洋鐵，乃用薄鐵片鍍錫而成。其鍍

錫之法：先將鐵片浸於鹽酸中，去其表面之鏽，使變清潔；次置火上烘乾，然後置入熔融之錫液中，取出即成馬口鐵。

三、爲化學實驗上重要之藥品。

以上之用途，均指氫化氫之水溶液而言；其水溶液即鹽酸也。

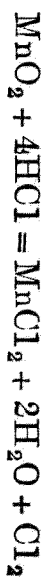
第十四章 氫（綠氣）

氫之製法 注意 (1) 氫爲有毒之氣體，宜擇空氣流通之處以行實驗，若能在室外更佳。

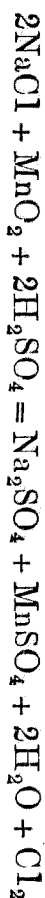
(2) 製氫時，慎勿將其吸入喉內；否則必傷損咽喉。若誤吸氫而感喉痛時，可用酒精浸溼之布片蔽於口鼻，而吸入其蒸氣自愈。

製氫之方法，常用者有二種，分述於次：

一、納二氯化錳於試驗管內，再加濃鹽酸熱之，則生黃綠色而有刺激性之氣體，可用收集氫化氫之法收集，其反應式如次：



二、若用食鹽與二氯化錳混和，加稀硫酸熱之，亦能生氫。其反應式如次：



注意。所用之食鹽，可先置瓷皿內炒乾，則生氫可以徐徐，且加熱時不至發泡，於收集氣體較為便利。

以下述第二法之實驗順序：

(1) 調製稀硫酸。其方法及注意，見氫化氫項下。

(2) 將炒鹽及二氯化錳各三十公分，拌勻納入燒瓶內，加以置冷之稀硫酸，載於燒瓶架上，塞以貫導管之軟木塞，再將導管之前端插入集氣瓶中，氫比空氣重，自能逐出空氣而集於瓶內。

注意。瓶塞宜與燒瓶之口密合。惟用軟木塞，往往被氫侵蝕，不如用橡皮塞，受侵蝕之事較少。

(3) 酒精燈之火宜小，可徐徐加熱於燒瓶。

注意。熱燒瓶時，如內容物發泡過盛，可暫時撤去酒精燈，以俟泡止，止後再加

熱。又雖無大泡發生，亦無不絕加熱之必要。氫始發生，撤去燈火，可收集一瓶而有餘，若欲其繼續生氫，可隨時加熱。

(4) 集氣瓶內部，若充滿黃綠色之氣體，可將導管前端自瓶取出，以玻璃板覆蓋瓶口，隨時將導管插入另一集氣瓶中，措置宜速，不可使氫外漏。

注意。換集氣瓶之際，若欲免氫向外逃

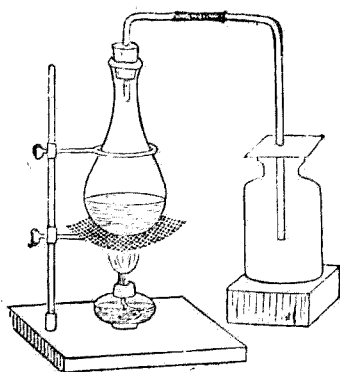
逸，可於換瓶之前，撤去酒精燈，則換瓶時逃出之量自少；蓋去燈則生氫甚緩，

故能減少其逃出之量也。又集氣瓶集氫過多，亦不免有若干外逸，宜留意。

(5) 集氫既終，可撤去酒精燈，將實驗裝置移出室外。

注意。以上為與空氣置換之集氫法，但氫之性質不易溶解於溫湯，或食鹽之濃厚溶液；若將溫湯或濃鹽水置入水槽，同集氫之方法，用集氣瓶集氫，則氫

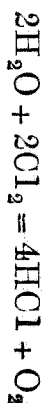
製氫之裝置



因與水置換，不至有絲毫逃散於外。

氫之實驗 茲舉其最有興趣者於次：

一、爲漂白作用。先將草花及布帛之有色者，與試驗紙及塗墨之紙，用水浸溼，一同置入集氣瓶內，然後將氫導入，除塗墨之紙外，無不立時漂白。其反應式如次：



氫之漂白作用，乃氫與水之一成分之氫結合而成氫化氫；同時水之他成分之氫，將有機色素氫化而變爲無色。換言之：卽氫能奪去水中一成分之氫，使由分解而發生氫化作用，間接使色素漂白也。故用氫漂白物質，必先將其浸溼。

二、如前製氫法，將氫製成，檢知氫中確不混雜空氣，乃於導管前燃點火，插入充氫之瓶中，則氫放白色之焰而燃燒，生成氫化氫。將青色試驗紙持近瓶口，立變赤色。

三、蠟燭點火插入集氫之瓶中，雖繼續燃燒，而焰帶暗紅色，且發生濃重之煤烟。此乃氫與蠟燭中之氫化合而生氫化氫，其炭素則成煤烟而游離，故以青色

試驗紙持近瓶口，立變赤色。

四、將銻之粉末少許載於燃燒匙，置酒精燈上稍熱，插入集氫之瓶中，則放美麗之光而燃燒。（參看以前燃燒項下。）

若不將銻粉加熱，即置入氫中，往往不能燃燒；故欲使充分燃燒，非預先加熱不可。又此際所生之白烟爲氫化銻，有毒性，須注意，勿令其散布室內。

五、切取黃磷小片，以濾紙吸去其水，載於燃燒匙，插入集氫之瓶中，則放青色之焰而燃燒，生黃色固體之氫化磷。

六、氫之性質易溶於水，若將導管前端插入試驗管之水中，即溶於水而生黃色之液，是爲氫液。

氫之性質 一、爲黃綠色之氣體，有不快之臭氣，比空氣尤重，其對於空氣之比重約爲二·五。

二、能將有機性色素漂白。惟墨及油烟之難氫化者，則不能漂白。

三、氫之水溶液，亦與氫相等，有漂白作用。

通常一容之水，能溶解氫二容餘。

四、種種之物能在氫中燃燒。

氫內燃物，必需點火；但如銻磷等物在氫中燃燒，雖不點火亦可。由此可知氫與各物化合力之強。

注意。由此可悟燃燒現象，不僅氫化時始能發生。

氫之用途。最大之用途，即製爲漂白粉，以供漂白綿、麻及製紙原料等植物纖維之用。次述其製法及用法：

製漂白粉，先以熟石灰鋪作薄層，通氫於其上，則氫被熟石灰吸收而成漂白粉。蓋氫雖有漂白作用，然爲有臭氣且有毒性之氣體，於措置上不甚便利，故非製成漂白粉使用不可。

用漂白粉以漂白染色棉織物時，當如下列之順序實驗：

(1) 以乳鉢貯少量漂白粉，注水混和，用乳棒反復搗之，作成漂白粉之水溶液。

(2) 另用一器盛極稀薄之鹽酸。

(3) 將欲漂白之布片用水浸溼，置入漂白粉之水溶液內，再取出置入極稀薄之鹽酸內。（先以水溼布片，則漂白粉溶液，易於浸入。）

(4) 將布片自稀鹽酸內取出，再浸入漂白粉溶液中，似此反復數度，遂能使布片十分漂白。

至於漂白之理由，則因鹽酸作用於漂白粉而生氫所致。氫之發生，將鹽酸少許注入漂白粉溶液，可以立見其反應式如次：



注意：(1) 漂白粉收藏瓶中，須注意密封其瓶口；否則漂白粉吸收空中水分，其效力必大減。

(2) 在實驗室內實驗漂白，勿用染色過濃之布片；否則徒費時間，結果不能立見。若圖速效，用青色立妥馬斯試液染成之棉花實驗亦可。

食鹽之存在 食鹽有成巖鹽而天然產出者；但海水中亦含量甚多。海水含鹽之分量，雖隨處而異，至其平均之含量，則約爲海水二·五%內外。

食鹽之製法 其順序如下：

一、先作鹽田 卽於海濱擇適當之地，周圍築堤，以防海水或雨水之混亂侵入堤內；地面鋪以細砂，使成平坦，縱橫設細溝，另作水門，將海水適當導入。但隨地方情形，鹽田周圍有不需築堤者，水門之形式則大概相同。

二、遇滿潮時，將海水適宜自水門導入，使流入細溝，乃用有柄木杓，將海水均勻撒布於鹽田之砂上，使由太陽熱與風力以蒸發其水分，再反復將海水撒布，遂至多量之食鹽與砂混合而殘留。

三、鹽田各處，均備水槽，其上面用蓆鋪平，混砂之鹽既多，乃掃集而堆積蓆上，再注加海水，使砂中所混之鹽溶解，而成比海水濃厚數倍之食鹽溶液，下流而瀦於水槽中。

四、將食鹽溶液納入鐵製之大釜以火煎之，不時攪拌以促其水分蒸發；久之則

食鹽成結晶而與水分離，可用手掬出之。最後殘留少量之液，因中含種種不純物，即將其棄擲。

注意。作鹽田之目的，無非爲節省燃料；若開始即汲水入釜，以火煎之俾製成食鹽，則所需燃料甚多，消耗太鉅。

食鹽之性質。一、爲無色透明之結晶，且有鹹味。

二、雖易溶於水，然在空氣中不吸收水分而成溼潤。

攝氏零度之下，水一〇〇分中，能溶解食鹽三六分，至一〇〇度則可溶解三九分，故知食鹽溶解於水之程度，隨溫度高低而有顯著之差異。

又自海水製成之食鹽，接觸空氣久即潮解，且帶苦味；此因其中混有氫化鎂之故。氫化鎂又名苦鹽，其性質能令大豆煮汁中所含之蛋白質凝固，故爲製豆腐必需之用品。

海水不如常水之易凍，即因溶有食鹽等物之故，其含量多者，結冰之溫度亦愈低。但由海水凍結而生之冰，幾由純粹之水而成，故由冰結法，能令含有不純

物之水化爲純粹之水 濃厚之食鹽溶液，至零下二〇度，亦有不冰結者。食鹽之用途 一、可供食用；以其能調味也。

二、有防腐之性，可用以醃物。

三、化學工業上需要之鹽酸漂白粉及鈉等，無一不以食鹽爲原料。

四、工業上之鞣皮、冶金，亦須利用之。

五、少數之農作物，（如纖維料植物之麻類）須用食鹽爲肥料。

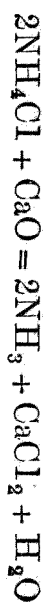
第十六章 安母尼亞

安母尼亞之發生 含氧有機物腐敗時，皆發生此種氣體，如小便分解時，常放出刺激性之臭氣，卽其一例。

安母尼亞之製法 一、含氧有機物如乾魚之類，入試驗管加熱，卽發生安母尼亞；此際將赤色試驗紙浸溼，持近管口，立變青色。

二、將強安母尼亞水加熱，亦得此種氣體。此法於急需安母尼亞時往往採用之。

三、加熱於氰化銦（礪砂）與生石灰之混合物，結果亦同。其反應式如次：



是為常用之取安母尼亞法。下述其順序：

(1) 將不含溼氣之氰化銦十公分，與粉末狀之生石灰十公分，急速混和，納入圓底之燒瓶內。

製氰化銦之主要原料，多取之於製煤氣時所得之安母尼亞水。

注意。(A) 欲使氰化銦乾燥，可盛入蒸發皿，載於三角架上，用酒精燈加熱，

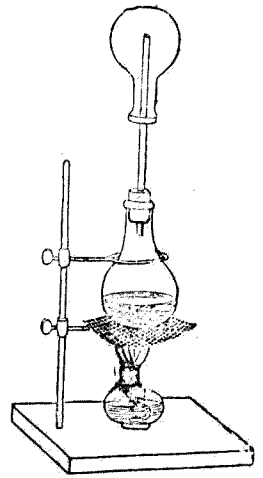
時時攪拌，勿使成塊。生石灰則用乳鉢搗成細粉。(B) 平底燒瓶，較圓

底者其底部之抵抗力弱；此際實驗，若恐燒瓶破裂，可用圓底者。

(2) 將直玻璃細管貫於軟木塞，而以塞塞瓶口，載於燒瓶架上，用酒精燈徐徐均勻加熱於瓶底之全部，再以十分乾燥之燒瓶覆於細管上端之口。其式如下圖。

注意。(A) 熱燒瓶之法，可與前次製氮時同樣。(B) 安母尼亞比空氣輕，

製安母尼亞之裝置



之檢驗。

故如上圖裝置，倒覆燒瓶，自能將空氣逐出，而將安母尼亞集滿瓶內。

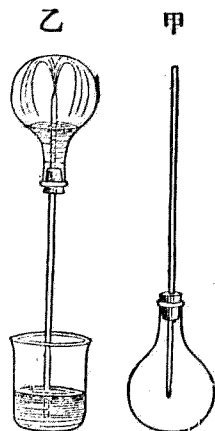
(3) 安母尼亞是否充滿燒瓶

將赤色試驗紙持近燒瓶口，立變青色，即為充滿安母尼亞之證。此時可將燒瓶取下，(如後圖甲所示) 塞以貫細管之瓶塞，如前氫化氫項下，作成噴水之實驗。(如後圖乙所示)

安母尼亞之實驗。安母尼亞易溶於水而作成安母尼亞水。安母尼亞水，能將赤色立安馬斯試液變為青色，可與前次實驗氫化氫時同樣實驗；所異者，氫化氫用青色立安馬斯試液，此則用紅色者而已。作赤色立安馬斯試液，可用玻璃棒醮極稀薄之鹽酸少許，在青色立安馬斯試液內攪和數次，即成。

注意。(1) 氫化銹混生石灰加熱，即得氫化鈣與水及安母尼亞。

安母尼亞水易於溶解之實驗裝置



(2) 實驗既畢，待燒瓶已冷，然後注入水或熱水洗淨，瓶底若附着固形物，一時不能取下，可注入少許之鹽酸水浸之，再洗自落；不可以玻璃棒等物入內攪刮。

安母尼亞之性質

一、為無色之氣體，有刺激性之臭氣，比空氣輕，對於空氣之

比重為○·五九。

二、極易溶解於水

在攝氏零度，水一容能溶解安母尼亞千容以上。

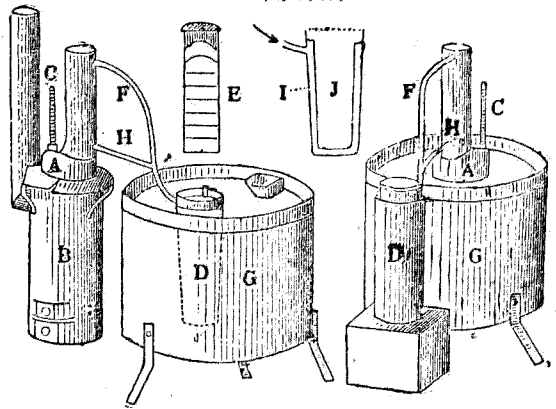
三、溶解安母尼亞之水，謂之安母尼亞水，赤色試驗紙遇之，立變青色。

安母尼亞之用途

安母尼亞為製人造冰時主要之用品。加強壓於安母尼

亞，則化為無色之液體；此液體蒸發再化為氣體時，須吸收多量之蒸發熱。今若納水於一器，置入液態之安母尼亞中，再使安母尼亞蒸發，則水立時冰結。市售之人造冰，即應用此理製成者。

器 冰 製 單 簡



簡單製冰器 其構造如上圖

甲圖 A 爲鐵製之器，中貯強安母尼亞水，而將其架於鐵爐 B 之上者。C 爲插入 A 器中之寒暑表，乃熱安母尼亞水時，用以測其溫度者。D 乃內部二重之管，其形如截斷圖所示。安母尼亞即於此器之 I 處液化，此器之 J 處，則容納貯水之圓筒 E 者。（圓筒內之水，即欲使之結冰者。）F 爲通 A 與 D 之導管。G 爲盛冷水之水槽，專爲冷卻 D 器之用。

且爲支持導管 F 之棒。以下言製冰順序：

(1) 如熱 A 器內之安母尼亞水，即發生安母尼亞，經導管 F 而入於 D 器；但安母尼亞因頻頻蒸發之故，遂由其本身之壓力，在 D 器內液化。

注意。集於D器內之安母尼亞，因其量漸多而壓力增加，熱亦隨之發生，故須將D器置入水槽G之冷水內，使之冷卻。安母尼亞液化，在攝氏一〇度時，需七氣壓。

(2) 次將D器自水槽取出，A器亦自鐵爐取下，更如乙圖，將A器置入水槽之冷水中，A器因受冷之故，遂令集於其上部之安母尼亞氣體，再溶解於殘留A器之水中；因之器中壓力頓減，而促進D器內液狀安母尼亞之氣化。

(3) D器內之液狀安母尼亞，氣化而生安母尼亞，重經導管F，入A器而溶解於水；因液狀安母尼亞不絕氣化，須奪去多量之蒸發熱，故貯水圓筒E在D器內，其中之水，遂因失熱而冰結。

安母尼亞除用以製冰外，又用於工業上及化學實驗等。

第十七章 硝酸 (一名硝強水)

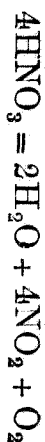
硝酸之製法 硝石 (硝酸鉀) 注稀硫酸加熱，即發生硝酸，其反應式如次：



以下言其實驗順序

一、作稀硫酸。見前氫化氫項下。

注意。製硝酸用前述之稀硫酸，雖不能得濃厚之硝酸；但所發生之硝酸，鮮有分解之事，故曲頸瓶內亦僅帶少許之色，而所得之硝酸幾為無色之物。若用濃厚之硫酸，則因其所發生硝酸之一部，分解而成過氧化氫，致曲頸瓶內滿充赤褐色之蒸氣；且蒸溜於燒瓶內之硝酸，亦因溶有此氣體而呈黃色，使學者誤解，以為硝酸應呈此色。硝酸分解成過氧化氫，反應式如次：

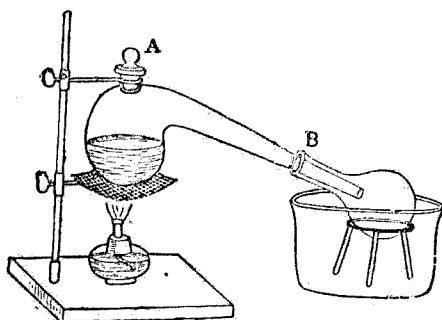


二、取硝石二十公分，用乳鉢搗成碎粉，納入曲頸瓶內，注加稀硫酸，閉其瓶塞，載於瓶架上。

注稀硫酸時，用漏斗自A口注入。

三、將曲頸瓶最細之一端套入燒瓶，再將燒瓶載於水槽中之三腳架上。水槽中不必貯水。

製硝酸之裝置



四、將溼布片覆於燒瓶上，而以酒精燈加熱於曲頸瓶。

五、曲頸瓶內之液，至沸騰時，即成硝酸蒸氣，而入於燒瓶內。此時可以冷水少量注於布片，使燒瓶常冷，則硝酸蒸氣凝成液體。

注意。燒瓶頸部及瓶口 B 附近，不可注加冷水；蓋此時曲頸瓶已全部大熱，突然遇冷，恐難免破壞也。

六、曲頸瓶之液中或其側面，若發見結晶，可撤去酒精燈，待燒瓶稍冷，乃將其脫離曲頸瓶。

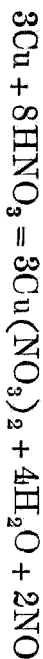
注意。曲頸瓶置冷後，再入水或熱水，振蕩洗滌，則內部之固形物自溶解而去；不可急圖洗淨，反至將瓶破損。

硝酸之實驗。一、於試驗管入青色立妥馬斯試液，注入硝酸一二滴，其液立變

赤色

二、白布或青竹片等物，塗以硝酸，立變黃色，若曾受火炙者，手指染硝酸亦然，是爲硝酸腐蝕性強之明證。

三、於試驗管入銅皮二三片，注以硝酸，則生赤褐色之氣體及青色之液，乃因銅溶解於硝酸之故。其反應式如次：



銅片注硝酸，生氮化氧，本爲無色氣體，但觸空氣中之氮，則變爲過氮化氧，卽實驗之際，自管口噴出之赤褐色氣體是也。又試驗管內殘留之青色溶液，是爲硝酸銅溶液。

注意。於試驗管內入靛青之稀薄溶液，加硝酸少許，熱之，卽變黃色，是可表示硝酸氮化作用之強，卽靛青因硝酸之氮化而變色也。靛青難溶於水，可溶於稀硫酸而用之。

硝酸之性質。一、爲有強酸味之無色液體，比水重，其對於水之比重爲一·五

六、

二、能將青色立妥馬斯試液變爲赤色。

三、腐蝕性强。強硝酸染及手指，必感劇痛，如受火灼。美容者常利用其腐蝕性以點去面部之黑痣。

四、多數之金屬能溶解於硝酸。惟黃金、白金則不溶解於硝酸；但以濃鹽酸三容，濃硝酸一容混合而成王水，則黃金、白金亦能溶解，此由王水生氫之故。

注意。純粹之硝酸，本爲無色液體；但因分解之結果，中含有分解所生之過氮化氫，往往呈黃色。

硝酸之用途。一、爲製棉花火藥或 Dynamite 炸藥時需用之藥品。

二、製各種染料時，須應用硝酸。

三、製硫酸時，亦須應用硝酸。

四、用以溶解諸金屬。

五、爲化學實驗上重要之藥品。

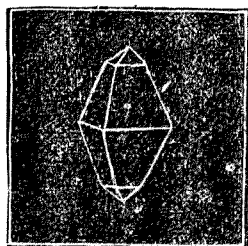
工業上製造硝酸，多用智利硝石（硝酸鈉）為原料，可得多量之出品。

第十八章 硫黃

硫黃之存在。硫黃在火山地方，常游離（不與他物化合之意）而產出；在地層中，則多與他金屬化合而產出。蛋白質中亦含有少量之硫黃。

硫黃之精製。天然硫黃，常混土砂，故須熔融之以除去其夾雜物。其法將天然硫黃納入鐵製之曲頸甌內，加熱蒸溜，導其蒸氣入冷却室，使之急冷，即成粉末狀之硫黃，謂之硫黃華。但隨其室之溫度上昇，結成之硫黃華又化為液狀。若將此液狀硫黃，引入木製模型內，使之冷却，則成棒狀硫黃。

硫黃之斜方錐結晶體



注意：（一）二硫化炭富於溶解硫黃之性，今將硫黃粉少許置小杯內，注以二硫化炭，使之溶解；若尚有未溶解之部分殘留，可將其上層之澄清液，傾入另一小杯內，放置靜處，則不久二硫化炭蒸發以去，殘留斜方錐結晶之硫黃，可用擴大鏡觀察之。

(二) 二硫化炭有毒，且易着火，宜注意措置。

硫黃之性質 一、爲色黃質脆之物體，無味無臭。

二、在空氣中燃燒，放淡青色之焰，並發窒息性之臭氣，是爲二氯化硫。

硫黃之用途 用於醫藥與火藥、火柴及硫酸之製造等。

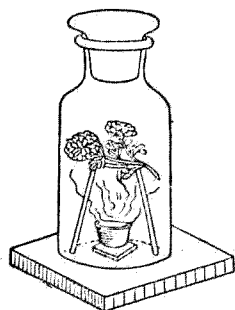
通常之火藥，大都用硫黃一〇分、木炭一五分、硝石七五分之比例混合而成。
無水亞硫酸之漂白作用 無水亞硫酸卽二氯化硫，其漂白實驗，可如以下順

序：

一、於一尺見方之板上置三脚架，架上橫置草花一束。

二、於小瓷皿內入硫黃華，以鈇挾皿熱於酒精燈上，點以火，則硫黃發青焰而燃燒，乃置於三角架下，以玻璃鐘覆之。

無水
亞硫
酸漂
白作
用之
實驗



注意 瓷皿內之硫黃，欲其易於着火，故須加熱。
玻璃鐘可用前次實驗氫時所用者；若

欲使無水亞硫酸不至外漏，可於鐘塞及鐘口塗以凡士林，自能密合無間。
三、鐘內因有溼氣，故白烟充滿，稍停片刻，即見草花之色褪成白色。

氯之漂白作用，既如前述，由於間接之氯化作用。無水亞硫酸之褪白作用，則一部由於還元作用，即無水亞硫酸自草花奪去其氯而使之失色；又一部因無水亞硫酸直接與草花之色素化合而使之失色。

注意：(1) 無水亞硫酸之漂白作用，雖不如氯之強，然與被褪色之物質無損。

(2) 被無水亞硫酸褪白之草花等物，久置空氣中，或與硝酸等接觸，仍能復其原色。

無水亞硫酸之性質：一、為無色之氣體，有刺激性之臭氣，故嗅之有催嚏之性質。比空氣重，其比重為二·二。

二、能漂白有機性之色素。

三、易溶於水。其水溶液能將青色立安馬斯試液變為赤色。

一容之水，通常能溶解五〇容之無水亞硫酸。溶於水後，即與水化合而生亞硫酸；有變青色立妥馬斯試液爲赤色之性質。

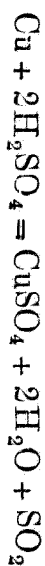
四、將乾燥之無水亞硫酸，用冰與食鹽之混合物使之冷卻，即成無色之液體。

無水亞硫酸之用途。一、用以漂白毛布、生絹及麥桿等。毛布用氫或漂白粉漂白時，常使其本質損壞。

二、用以防腐消毒。釀造葡萄酒之桶中，用燃硫之煙以殺菌，即其一例。

注意。(1)製無水亞硫酸，除燃燒硫黃外，可用紫銅薄片二十公分，納入燒瓶裝置。如取氫之法，由漏斗注入濃硫酸，徐徐熱之，則起下列之反應，而生無水

亞硫酸：



收集無水亞硫酸之方法，亦與製氫時同。

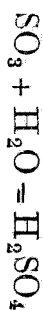
用。(2)無水亞硫酸溶於水，所得之亞硫酸溶液，性質亦與之相等，而有漂白作用。

(3) 無水亞硫酸氣體接觸植物時，植物即枯死。此種現象，礦山內往往見之。如煉銅礦時，燃燒銅與硫黃之化合物，此際硫黃分解，與空氣中之氮化合，成無水亞硫酸而飛散，草木觸之，遂褪色而失其生活力也。

第十九章 硫酸（一名硫強水）

硫酸之製法 工業上使用最廣之酸類，以硫酸爲尤重要，其製法不外以下二種：

一、接觸製法 此爲現在盛行之方法，其法：即將製成之無水亞硫酸與空氣或氮混和加熱，使自盛白金粉之器內通過，即化合而生無水硫酸；再使之溶解於水，則成硫酸，其反應式如次：



注意。所以必通過白金粉者，以無水亞硫酸雖與氮混和加熱，不起變化，通過白金粉，始兩相化合而成無水硫酸也。此際白金粉本身毫無變化，特能助二者之化合而已；因白金粉爲二者接觸之媒介，故曰接觸製法。白金粉之由

來：即溶於王水之白金溶液，蒸發後，生氫化白金酸之結晶；再熱之，則白金成灰色之粉末而殘留，即所謂白金粉。

二、鉛室製法 法將硫黃或硫化鐵礦置爐中燒之，使發生無水亞硫酸，通入鉛室，再以硫酸和智利硝石，置甌中加熱，使發生硝酸蒸氣，隨水氣與空氣，一並送入鉛室中，諸氣相遇，即互相化合，而生硫酸與氮化氧，其反應式如次：



鉛室內製成硫酸，其變化至為複雜，以上僅述其大略而已。又製成之硫酸，集於鉛室之底，自室底放出，其性尚淡；須置白金鍋中，加熱蒸散其水分，始成濃硫酸。硫酸之實驗 一、將紙片塗以硫酸，立變黑色，且生孔隙。濃硫酸塗於紙片或木片所以變黑色者，乃因構成其部分之氫與氮，被硫酸奪去，遂遊離而成炭素也。（奪去之氫與氮，約與水之組成之比例相等。）

二、於試驗管入青色立安馬斯試液，注加少量之硫酸，立變赤色。取少量之硫酸，可用玻璃細管插入硫酸瓶中，蘸附少許，即行取出，取出時，注意勿滴案上，速置

於立妥馬斯試液內。

硫酸之性質 一、爲無色之油狀液體，有極強酸味，比水重，其對於水之比重爲

一·八四。

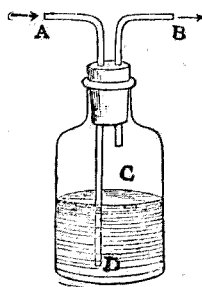
二、腐蝕力強。

濃硫酸沾染手指，非常痛苦，如被火灼，卽稀硫酸汗及衣服，亦漸次腐蝕生孔，故措置最宜留意。

三、能將青色立妥馬斯試液變爲赤色。

四、易於吸收水分。

用硫
酸爲
乾燥
劑時
之裝
置



硫酸有易於吸水之性，故與氫化鈣同樣，可

用以乾燥帶溼之氣體。其裝置如上圖，於盛硫

酸之玻璃瓶口，塞以貫二本曲玻璃細管之瓶塞，

自A處通入欲乾燥之氣體，例如氫或氫化氫之

類，則此等氣體中所含之水分，因通過濃硫酸而被其吸收，至B處發出時，卽成爲

完全乾燥之氣體矣。但欲乾燥安母尼亞氣體，則不可用濃硫酸；因安母尼亞遇濃硫酸，即化合而生硫酸銨也。

注意。上圖裝置，若誤其方向，將氣體自B處送入，而使自A處發出，則氣體集於C處，緊壓濃硫酸之表面，硫酸遂自D處逆上，而自A處溢出；不獨實驗之目的不能達，且往往污及手指或衣服等。

硫酸之用途。一、用於鹽酸、硝酸、過磷酸石灰及洗濯用碳酸鈉等之製造。

二、用以精製火油。

三、用以作滅火器。

四、爲化學實驗上重要之藥品。

硫酸在化學工業上，其關係尤爲重要。調查其國消費硫酸量之多少，即可推知其國化學工業之盛衰。

第二十章 磷

磷之存在。磷之爲物，遊離而天然存在者絕鮮，大都成化合物而多量含於動

物之骨中，故骨爲製磷之唯一原料。又有天然產之磷灰石，其成分主由磷酸鈣而成。

磷之種類。磷有赤磷、黃磷二種。將黃磷置水中，曝於日光之下，或在無氮之處，加以二五〇度內外之熱，即變爲紅褐色之赤磷。將赤磷同樣置於無氮之處，加以三〇〇度內外之熱，則又變成黃磷。故赤磷、黃磷並非別物，猶金剛石及石墨，同由純炭素而成也。

磷之實驗。一切取黃磷少許，以吸水紙去其水溼，置於小杯內，即與空中之氮化合而生白煙。再從杯底略爲加熱，則容易燃燒而生無水磷酸。

二、取赤磷同樣實驗，既不於空氣中生白煙；又不如黃磷之易燃燒。但在空氣中燃燒時，亦與黃磷同樣生無水磷酸。

磷之性質。列表如下：

黃磷

赤磷

1. 狀如蠟而黃色。

爲暗赤色之粉末。

2. 有毒。

無毒。

3. 在空氣內氯化甚速。

在空氣中殆無變化。

4. 置之暗處，放黃綠色之光。

在暗處不放光。

5. 發火易。

不易發火。

6. 燃於空氣內，生無水磷酸。

同。

此外之性質，則黃磷比重一·八，熔解點四四度，易溶解於二硫化炭；赤磷比重二·一，不因熱而熔解，又不溶解於二硫化炭。

將黃磷少量入試驗管，注以二硫化炭，稍振動，即溶解。次以濾紙之一部，浸染此溶液，置於空氣中，少停，二硫化炭即蒸發，因黃磷之自燃，而紙變成焦黑。

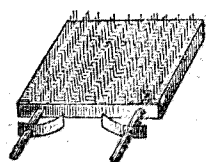
注意。溶有黃磷之二硫化炭，不可觸於手指；否則二硫化炭蒸發後殘留之黃磷，因體溫而發火，手必灼傷。

磷之用途。最大之用途，即用以製造火柴。今就安全火柴述其製法於次：
安全火柴之製法。下言其順序：

一、先取白楊、筐柳、澤胡桃等木材，細劈成火柴棒，再將多數之火柴棒整列於下圖所示之器，以其上端倒浸於熔融之石蠟內，旋即取出。（火柴頭先用石蠟浸過，

則易於燃燒。）

火柴棒整列之狀



二次將前器倒轉，使火柴棒上端插入於氫酸鉀、硫黃、玻璃粉及膠等之泥狀混合物中，黏着少許，即行取出，置於一旁，以俟其乾燥。

以上各物之調和，可先加水於膠，熱而溶解之；次加入硫黃末、玻璃粉及粉末狀之氫酸鉀，充分攪拌，便成泥狀。又火柴頭所塗之色，有紅、黑、青等，則用顏料塗成。

三、製火柴匣，先將松木剝成薄片，糊以色紙及商標紙，裝飾成匣；再於匣之一側，塗以赤磷、硫化銻及膠等之泥水狀混合物，以待其乾燥。

火柴發火之理，由於磨擦熱，塗匣之赤磷先燃，因而燃及棒端。棒端所塗之氫酸鉀，為有力之氯化劑，易放氯而使之着火；其硫黃、赤磷、硫化銻，皆易燃之物質。

玻璃粉則增加磨擦而使生熱者。

此外有所謂蠟火柴者，火柴棒端所用之藥，中有黃磷，以棒端在粗面磨擦，即能發火；但甚危險，故用者甚少。

黃磷處置上之注意 一、因黃磷發火甚易，故宜收藏水瓶中，且宜常置暗處。

置暗處之理由，因受日光作用，則黃磷表面生赤褐色之皮，由表面浸至內部，漸化爲赤磷，遂失其原有之性質。久貯瓶水內之黃磷，往往表面帶黑色，即爲將起變化之證。

二、黃磷因有毒性，且易發火，切取之際，慎勿用手指接觸。

切取時，可將棒狀黃磷，自瓶水內取出，置於盛水之乳鉢內，左手持鋏子挾持之，右手用小刀切取，多餘之部分，仍還納瓶水中，隨即加蓋。切下之部分，載以吸水紙，以除去其溼氣。

三、切取黃磷用過之鋏子及小刀，宜插入酒精燈火中熱之，使其附着之黃磷燃盡，以免發生危險。

四、收藏黃磷之瓶，須時常注意瓶水，勿使乾涸；因水乾則黃磷直接空氣，由氟化作用，自能發火燃燒也。

五、嚴寒之季，須防瓶水冰結，致瓶凍破，黃磷接觸空氣，致肇火災。故此時宜將藏磷之瓶，更置於貯水之金屬器內，或於瓶外裹以棉花，放於洋鐵筒中，則瓶水亦不至冰凍。

磷之循環。動物食植物，而攝取其中所含之磷化物以構成骨骼；動物死後，埋沒地下，其骨中之磷，再分解以供植物之營養；其植物將來又供動物之食用。故磷之爲物，乃循環於動植礦三界而不絕者。

第二十一章 酸類、鹼類及鹽類

酸性。舉例如次：

一、燃硫於氟中，即生無水亞硫酸；若將其溶解於水中，則與水化合而生亞硫酸，有酸性，能將青色立妥馬斯試液變爲赤色。

二、燃磷於氟中，即生無水磷酸，溶解於水中，則與水化合而生磷酸，性質與亞硫

酸同，有酸味，能將青色立妥馬斯試液變為赤色。

三、鹽酸、硝酸、硫酸，亦與亞硫酸、磷酸同樣，有酸味；且能將青色立妥馬斯試液變為赤色。

似此有酸味，且能赤變青色立妥馬斯試液，或青色試驗紙之性，謂之酸性；其變化謂之酸性反應；其物則謂之酸類。

酸類。亞硫酸、磷酸、炭酸、鹽酸、硝酸及梅子中所含之林檎酸，柑子中所含之枸橼酸，製荷蘭水所用之酒石酸，以及醋中所獨有之醋酸，統謂之酸類。

注意。多數酸類中，以鹽酸、硫酸、硝酸為最強之酸，故此等酸之濃厚者，沾染手指，異常疼痛。就中如硫酸，即其稀薄之溶液污及衣服，亦必焦灼而腐爛成孔。設此等酸類沾染手指，可立即入水中洗之；污及衣服，可先塗以安母尼亞水，然後入水洗濯。

鹼性。舉例如次：

一、純粹之鈉投入水中，則起化學作用，水分解而生氫；同時於水中生氫氧化的鈉，

(苛性鈉) 有刺激性之辣味，於其水溶液浸入赤色試驗紙，立變青色。

二、安母尼亞水亦有辣味，於其中浸入赤色試驗紙，亦立變青色。

似此有辣味而能將赤色試驗紙或赤色立安馬斯試液變為青色之性，謂之鹼性；其變化謂之鹼性反應；其物則謂之鹼類。

注意。鹼性一作鹽基性，或作亞爾加里性。實則通常所謂鹽基，乃指金屬之氫氧化物有將酸類中和之性者而言；亞爾加里乃僅用於鹽基中溶解於水之物之名稱。鹽基中亦有不溶解於水者，如氫氯化銅是。是等之物，亦與溶解於水之鹽基（即亞爾加里）同樣，有將酸類中和之性。但鹽基中如亞爾加里，溶於水後，可用赤色試驗紙檢知其性質；氫氯化銅因不溶於水，故不能用試驗紙檢知其性質，此其所以不同也，學者宜辨。

鹼類。如氫氯化鈉、(苛性鈉)、氫氯化鉀、(苛性鉀)、安母尼亞水及石灰水(氫氯化鈣)等皆屬之。

注意。(1) 苛性鈉或苛性鉀，均為最強之鹼類，沾染皮膚及衣服，未有不腐蝕。

者若沾着手指，可立即入水洗之；污及衣服，可先洗以稀薄之鹽酸，然後再入水洗濯。

(2) 苛性鈉及苛性鉀，最易吸收水分，收藏此項藥品之瓶，宜密封其瓶口；否則吸收空中水分，置久必變成水溶液。又開瓶用過，其瓶口宜隨時用石蠟密封，以免潮解。(潮解即吸收水分而溶解之謂)

鹽。將適量之稀鹽酸，加於苛性鈉之水溶液內，此二物因性質相反，故互相抵消，而合成非酸非鹼之物。其實驗之方法如次：



馬斯試液。



變為赤色。

一、用二燒杯，(代以尋常之玻璃杯，亦可) 各盛以青色立妥

二、於燒杯 A 內注入少量之稀鹽酸，使將青色立妥馬斯試液

三、作稀薄之苛性鈉溶液，用玻璃細管前端黏取少許，加入燒

杯 A 內，使其水之赤色漸變，不與燒杯 B 內之青色立妥馬斯試液同樣，亦非原來

之赤色。

苛性鈉溶液加入燒杯A內，不可一次加入多量，宜以少量分多次漸漸加入，以覘其色之變化。

四、以青色試驗紙，或赤色試驗紙浸入燒杯A液內，均不變色。

此際燒杯A內所生之物，即氫氟化鈉中之鈉，與鹽酸中之氫，化合而成之氫化鈉，詳言之：即食鹽及氫與氟合成之水也。嘗其味，不酸不辣，而別成一種鹹味；煮乾之，則得白色之物質，與尋常之食鹽無異。

若以氫氟化鉀代氫氟化鈉，以硝酸代鹽酸，其實驗所得結果亦同。似此酸與鹼作用而生與食鹽相類之物，統謂之鹽。

酸與鹼作用，生非酸非鹼而成所謂中性之物，此作用謂之中和作用。

鹽之種類。製無水碳酸用之大理石，（碳酸鈣）作荷蘭水用之重碳酸鈉，以及硫酸銅硝石（硝酸鉀）等，與食鹽皆同屬於鹽類。

注意。（1）食鹽固可作鹽之代表，須知鹽不僅食鹽一種，可作食鹽水溶液，

浸入試驗紙，覘其是否變色。

(2) 若被黃蜂、蜈蚣所螫，或毒蛇、毒蚊所嚙，可急用稀薄之安母尼亞水洗之，極有效驗；因此等動物之毒，乃一種酸類也。

(3) 無水石油精酸化氫氮輪質，*Thenol-Phthalein* 為一種微黃之小結晶體，極難溶解於水。將其少量溶於酒精，可供檢出鹼類之用；因是物遇酸類，仍為本來無色透明之液，遇鹼類，則忽變成紫紅色也。

第二十二章 金屬及非金屬

元素大體分為二類：曰金屬，曰非金屬。

金屬：白金、金、銀、水銀、銅、鐵、鋅、錫、鉛、鋁、鉀、鈉等屬之。以下述其物理的性質：

一、有所謂金屬光之特別光澤。

二、除金黃色、銅紅色外，大抵皆為白色。

三、除二三種輕金屬外，大都比水重。

四、除水銀外，皆為固體。

五、皆有延性及展性，可引成絲，或捶爲板。

六、爲熱及電之良導體。

傳熱之速度順序：爲銀、銅、金、鋅、白金、鐵、鉛。傳電之速度順序：亦爲銀、銅、金、鋅、

白金、錫、鐵、鉛。二者大概一致。

非金屬：氟、氧、氮、炭、氫、硫、磷等屬之。此等非金屬，前已述其大要，以下更就重

要金屬之性質及其用途等分別敘述。

第二十三章 金

金之存在：金概成單體而天然產出。含於巖石中之山金，因巖石崩壞而分

離，自溪河流出，與砂共沈於水底，則爲砂金。

金之製鍊法：約分三種：

一、淘汰法：將金與砂之混合物用水淘洗，因砂比金輕，隨水流去，金重下沈，集

取卽得。

二、混汞法：若爲金礦中開出之山金，可用鐵臼搗成碎粉，加水銀攪和，則金溶

於水銀而成合金。再入蒸溜器，加以蒸溜，金即殘留器底，水銀化蒸氣而放出，金遂得以分離。

三、衰化法 至混於砂中或巖石中之金粉，質極細微，用淘汰法或混汞法均難達其目的，則可用化學的方法分離之。其法：即以混金之土砂置入衰化鉀之水溶液中，則金因空中氮素之助，而溶解成金衰化鉀之溶液；再將此溶液通以電流，金即自陰極一方分離而出。

水銀與他金屬之合金，統謂之汞膏。Amalgam 又金衰化鉀之溶液，可用以鍍金。

金之性質 一、為黃色而有美麗光澤之金屬。

二、質軟而甚重，對於水之比重為一九·三。

三、在空氣中不變化。

四、富於延性及展性。

金為延性、展性最強之金屬，最薄之金箔，疊至三萬層，厚祇一分。又一錢重之

金可抽成十餘里之長絲，又金箔之甚薄者，向日光照之，見透光之微隙，現綠色。

五、不受硝酸、鹽酸、硫酸等之作用，但溶解於王水。

金之用途 一、用作首飾、指環、手鐲、錶鎖及其他裝飾品等。

二、用以鑄造金幣。

金質太軟，易於撓曲，故造飾物及鑄貨幣等，每攙入銀或銅少許，俾可堅硬適度。通常定金貨之品位，以比例分表之：在我國之稱十足金者，爲純金，稱九成金或八成金者，爲金九銅一，或金八銅二之合金。在外國，則以開拉脫 Karat 爲標準：如云二四開 $\frac{2}{4}$ 者，卽爲純金，若一八開及一四開等，則於二四分中，金占一八或一四分，銀或銅占六及一〇分也。餘可類推。

常見之紅銅，其百分中，約含銅九十五分，金四分，銀一分。此銅本質雖爲紅色，若以浸於綠青（醋酸銅）及膽礬（硫酸銅）之溶液，則其表面呈美麗之黑紫色。

三、其化合物之氰化金，可供照相及鍍金等之用。

第二十四章 銀

銀之存在。銀罕有成單體而天然產出者。大都成輝銀礦、脆銀礦、紅銀礦等硫化物而產出。

銀之性質。一、爲白色而有美光澤之金屬。

二、比銅軟，且稍重，其比重爲一〇·五。

三、在空氣中不受氮化。

四、富於延性及展性。

五、在諸金屬中爲熱及電之最良導體。

又觸硫化氫等硫化物時，則變成硫化銀而呈黑色，是爲銀之一大缺點。銀煙嘴之上端，及銀邊眼鏡之外圍，用久即變黑色，乃受唾液、汗液中所含硫化物之作用變成硫化銀所致。

注意。火山、溫泉等發生硫化氫之處，及舉行硫化氫實驗之室內，身邊所佩之銀錶等物，往往變成黑色，亦由此理，宜預先防之。

銀之用途 一、用以製鼎、瓶、杯、盾牌等紀念品，及首飾、錶、鎖等裝飾品。

二、用以鑄造銀幣。

純銀過軟，製飾品及貨幣，均須混銅以增其硬度。按國幣條例規定，一元銀幣，總重庫平七錢二分，內含純銀九成，餘一成爲銅；依此計算，每元銀幣，實含純銀六錢四分八釐。

三、其化合物之硝酸銀，可爲鍍銀用之藥品。溴化銀及氰化銀，可供攝影術上之應用。

銀幣鑄造法 次述其鑄造方法之順序：

一、將銀與銅按規定分量配合，盛於石墨製之罐內，入熔解爐，用高熱鍛之，使熔融而成合金。

二、將銀銅之混合熔液，壓成窄幅之長板，其厚薄宜均勻一致。

三、將帶狀之長板置入機器內，切成與銀元同大之圓片。

四、將切成之圓片，置入鋼鐵製之印花模型內，以機械之大力壓之，使圓板二面

皆印成文字與花樣。

五、銀幣之形體既具，乃盛以竹籃，浸入稀硫酸之熱溶液中而洗滌之，以去其表面之污垢。

六、稱以自動天平，以檢查其每元之重量是否合格。

自動天平，恰符其名，此種天平之裝置，能自動的稱定銀幣，即將銀幣堆積相當之處，使一枚一枚順次墜入天平之皿內，以稱其重量。天平前面有三處之出口，可出銀幣，其較規定之重量重者，皆自右側出；較規定之重量輕者，皆自左側出；恰合規定之重量者，自中央出。其不自中央出者，重量不合，均非改造不可。

七、將重量合格之銀幣，再擊於板上而察其音，其發濁音者，不能用作貨幣，須再下爐改鑄。

攝影術 此術乃因氟化銀、溴化銀等銀之化合物，有觸日光而變化之特性，而應用之以發明者。以下述攝影順序：

一、將乾片（乃用動物膠質 Gelatine 與溴化銀混合，塗於玻璃片上製成）納

入暗匣。

二、裝置鏡箱，配準光距，擇用鎖光圈，定準快門，乃閉鏡門。

三、移去承影玻璃片，代入暗匣，開暗匣，觸快門，令乾片之藥膜感光，感光既畢，隨閉暗匣。

白色之物體攝影，因反光多，故其當光綫之處，溴化銀之變化亦較多；黑物或陰處，反光極少，故此等部分，溴化銀之變化亦極少。又乾片露光之時間短，則溴化銀之變化不甚顯著，其在暗室露光亦然，殆不見何等色之變化。

光綫與溴化銀所起之作用，謂之還元作用；即溴化銀 (Br_2Ag) 被還元而成亞溴化銀 (Br_2Ag_2) 也。

注意：氫化銀感光作用鈍，溴化銀則極銳敏，露光時間，僅千分之一秒亦能感之。故製乾片，皆用溴化銀而不用氫化銀。

四、取出暗匣，携入黑布帳中，將感光變化之乾片，浸入顯影液內，徐徐振盪之，使其變化之部分更繼續變化，俟顯出明瞭之物象，再以清水洗淨之。

乾片上溴化銀之還元，往往各處不能一致，故將其浸入有還元性之顯影液中，則其多受還元作用之處，繼續起速且烈之還元作用；少受還元作用之處，亦繼續起緩慢之還元作用。因之各處分離所生之銀粉量，隨乾片上所受光綫之強弱而有差異，遂顯出實際上極良之影。

顯影液種類甚多，配製手續亦極繁，初學攝影者，可購藥肆中配成之顯影藥粉，加水調製，即可應用。

注意。顯出之影，實際上宜稍過黑。

五、洗淨後，浸入礬水，使片上之藥膜堅固，然後再用清水洗淨。

六、將曾經固膜之乾片，再浸入定影液中（常用之定影液，為次亞硫酸鈉之水溶液），使乾片上溴化銀未受變化之部分，完全溶解；再洗以清水，則影益明晰。乃安置架上，移於陰處，以待其乾，是即所謂模片也。

試檢定影後之模片，以受光最多之部分為最黑；受光少之部分，則稍帶黑色；受光最少未曾變化之部分，殆全為次亞硫酸鈉溶解，被水洗去而成透明。換言

之：則所攝物體之白色部分，其在乾片上爲最黑；又暗黑之部分，在乾片上殆全不感光，所以成透明也。故模片上所現之影，與實物恰成反對，謂之陰像。

七、模片若有缺點，如過薄過厚，及蔭影未能明晰等，必須經過修整之階級，方能曬印。

八、模片既經修正，乃將印像相紙裁取適宜之大，安置模片下，夾入曬像夾，置弱光下曬之。

印像紙有銀溴紙、銀綠紙之分：銀綠紙之表面，含有氫化銀，若於此紙之上置模片，曬以日光，則因模片透明之部，日光從此透過，在此部下面之銀綠紙，變色亦最多；又模片黑色之部，因不透日光，故在其下面之銀綠紙，亦不變色。如是印成之像，與模片全然相反，與實物全然一致，是爲陽像。

注意：印成之像，實際亦以少帶黑色爲宜，若用銀溴紙，其感光變化亦同；惟此紙感光作用甚銳，在燈光下即可印曬，銀綠紙感光作用較鈍，非在弱度之日光下不能印曬也。

九、將印成褐色影像之印像紙，入於鍍金液中，使金與銀交換位置，於是影像變成紫褐色，分外美觀。

鍍金液，用硫衰酸銹、亞硫酸鈉及氫化金等配合而成。藥肆中亦有配製現成者，可以購用。

十、鍍金畢，用水洗淨，再將此紙入於次亞硫酸鈉之水溶液中，使殘留紙上之氫化銀溶解而去，乃入清水中放置數時間；但容器內之清水，宜更換多次，蓋洗法若不周到，則此紙將來不免有易於變色之患也。

十一、漂洗既淨，可取出此紙，貼於極清潔之玻璃面，俟其乾後，再行揭下，則紙面光耀奪目。

十二、影像添光後，裁切方正，裱於臺紙，則攝影全部工作告畢。

第二十五章 銅

銅之存在。銅雖有成單體而天然產出者，然通常所用之銅，則多採自黃銅礦，故黃銅礦為製銅之主要礦物。

成單體存在之銅，名曰自然銅，爲八面體結晶；但完全者甚少，多呈樹枝、蘚苔等狀，蓋不規則之集塊也。黃銅礦光澤如黃金，爲銅鐵與硫黃化合而成之礦物。銅之性質：一、爲淡赤色而有光澤之金屬。常見之銅，多不甚光澤，且呈赤褐色，蓋由在空氣中受氯化作用之故。

二、質強且韌，比鐵稍重，其比重爲八·九。

三、久置空氣中，則徐徐生綠，名曰綠青。

凡銅在無水炭酸及水分充滿之處，受氯化作用，卽生綠青，是爲鹽基性炭酸銅。又醋酸銅亦名綠青，已見前。

四、富於延性及展性。

五、爲熱及電之良導體，畧次於銀。

注意。將銅綫燒於稻草等之火中，取出後，徐徐冷卻，則變爲柔軟而便於處置。此際銅綫表面生黑色之皮，是爲氯化銅；但其內部不少變化。

銅之用途。一、用作銅綫、銅板及鍋、壺、罐等日用品。但熔融之銅液凝固時，縮

性太甚，鑄造器物，不甚相適，故鍋、壺、罐等器物，非用捶擊展成不可。

二、用作電氣器械。

三、用製銅幣。

四、用於電氣鍍金。

五、用作種種合金。 下示各種合金之百分比：

黃銅

銅六七
錫三三

白銅

銅七五
鎳二五

青銅

銅九〇內外
錫一〇內外

注意。綠青等銅之化合物，概有毒性，純銅或銅之合金所製之食器，所生銅綠，

若混入食物中，往往使人中毒，最宜留意。彼銅鍋等物之內部，常塗以錫與

鉛之合金，（錫中加少量之鉛）即為防其生綠毒人也。

第二十六章 鐵

鐵之存在。鐵雖有成單體而存於隕石中者，然通常則成黃鐵礦、磁鐵礦、赤鐵

礦等而產出。製鐵之主要礦物，又以磁鐵礦為最著。

黃鐵礦爲鐵與硫之化合物，色如黃金，頗爲美觀，不知者，往往誤認作黃金。磁鐵礦爲一種氯化鐵，色黑，具磁性，能吸鐵。赤鐵礦亦爲一種氯化鐵，其種類頗多，概呈赤色。

鍊鐵之法，若爲氯化鐵（磁鐵礦、赤鐵礦、褐鐵礦等）則將礦石與石灰石、焦煤三者相間，積於熔鐵之鼓風爐中（爐高三丈，乃至九丈）於爐下點以火，並送入熱空氣，則焦煤盛行燃燒，而氯化鐵還元爲鐵，熔成液體，自爐底流出。其混有氯化鐵之土砂，則與石灰石結合而成礦滓，被覆於熔解之鐵上，可以防其氯化，如是所得之鐵，名曰鑄鐵；更將其熔解，通入空氣，除去其夾雜物及炭，卽成鍛鐵；若再加熱精鍊之，則爲鋼鐵。

鐵之種類及其性質與用途。鐵由製鍊之方法，而其性狀有種種之變化，通常分之爲鑄鐵、鍛鐵及鋼鐵三種：

一、鑄鐵 一名生鐵，在諸鐵中，含有多量之炭素，質硬且脆，故不能捶展爲板；但經火易熔，故適於鑄造器物，而有鑄鐵之名。彼鍋、釜、甕、罄等器物，及鐵管、鐵柱與他

種器械，皆用此鐵鑄成者。

二、鍛鐵 一名熟鐵，在諸鐵中，炭素之含量最少，惟強韌而具有延性及展性，且能鍛接（即將鐵板二片燒紅相疊，以鎚擊之，使相接合之謂）彼刀、劍、鋏、鋤及電氣器械等，皆用此鐵打成；又可用以製鐵綫、鐵板等。

三、鋼鐵 炭素之含量，在鑄鐵、鍛鐵之間。有堅鋼、軟鋼之分：如燒紅後使之急冷，則其質堅而脆，是為堅鋼；若燒紅後使之徐冷，則其質較軟而富於彈性，是為軟鋼。鋼亦能互相鍛接；日常用之刀、斧、鎚、鋸等工具，及縫紉之鋼針、鐘錶之法條，以及其他種種器械，多用鋼鐵製成，此外又可製鎗礮及鐵甲船等。

注意 上述三種之鐵，除含炭素外，並含少量之矽素及硫磷等，其中鑄鐵所含又較多。鑄鐵中所含磷之大部分，在精製為鍛鐵或鋼鐵之際，則成磷酸鹽而分離，可用之以作磷酸肥料，即農家所謂托馬斯 Thomas 磷肥是也。

鐵鏽 鐵在乾燥之空氣中，不生變化，而在潮溼之空氣內，則未有不生鏽者；是即水分及氮素與鐵起作用，而生之氫氯化第二鐵也。鐵鏽之質，不如鋁、鋅等鏽之

緻密，故不能保護其內部；且因其易於吸收水分，故一次生少許之鏽，更能促起他部之迅速生鏽。

預防鐵鏽法 一、將鐵器置入乾燥之器內，密閉其蓋，以防溼氣之侵入。

二、塗以油漆等物，免其與空氣直接接觸。

三、塗以石墨之粉末，功效與油漆同。石墨能去鏽，已鏽之鐵針，磨以鉛筆，其鏽即落，即其明證。

四、置火中燒之，使其表面而生紫黑色之氮化鐵。（四三氮化鐵與磁鐵礦成分相同。）例如鐘錶之指時針。

五、將鋅或錫鍍於鐵之表面。例如常用之洋鐵，即鐵而鍍錫者。
注意 常觸手之鐵器，尤易生鏽，因手皆有汗，常附着鹽分及水分也。

第二十七章 鋅（名亞鉛）

鋅之性質 一、爲青白色而有光澤之金屬。
二、在空氣中雖不免生鏽，然不至蝕入內部。

鋅在乾燥之空氣中，不生變化，觸潮溼之空氣，則表面生白色之薄層，是爲鹽基性碳酸鋅，卽鋅鏽也；惟其質緻密，緊護表面，反能使鏽不至深入內部。

鋅之用途 一、用以鍍於薄鐵板及種種鐵綫之外面，可以防止其鏽蝕。

鐵板鍍鋅，可先將鐵板浸入鹽酸中，以去其表面之垢；再將其充分乾燥，然後投入熔融之鋅液中，隨即取出，卽成。鍍鋅之板，俗名白鐵板，可用以蓋屋，並作水桶等日用器具，其外觀之美，雖不及馬口鐵；而堅固耐用，則遠過之。鐵綫之鍍鋅者，可以用作電綫。

注意 白鐵板表面之花紋，乃鋅之結晶體所表現。

二、用作合金。

與銅合，則爲黃銅，前已述之。又有所謂洋銀者，乃由銅五〇分，鋅二五分，鎳二五分配合而成。黃銅及洋銀，在空氣中皆不易生鏽；且堅牢而美觀，故用以製理化器具及醫療器具等種種器物。

三、用以作電池之極，或化學實驗製氫時之材料。

第二十八章 錫

錫之性質 一、爲白色而有美光澤之金屬。

二、在空氣中不生鏽。

三、錫在金屬中，爲比較易於熔融之物，於攝氏二三五度，卽熔解而成液體。

錫之用途 一、用作鐵片之鍍金。常用之馬口鐵，卽將薄鐵板鍍錫而成，其鍍

法與鐵板鍍鋅同。

二、用作種種合金。

錫與銅合，卽成青銅，前已述之。通常所謂白鐵，則爲錫與鉛之合金，百分中含錫五〇分，含鉛五〇分。白鐵除製作器物外，又供接合白鐵板、馬口鐵板之用，專供接合用者，俗名銲藥，下言其接合之法：

如製馬口鐵（俗名洋鐵）器具需接合時，可先於二板接合部之緣邊，塗以氫化鋅溶液（卽鋅溶解於鹽酸而成），再將鐵鉗之一端燒紅，與白鐵相觸，熔着少許，塗於二板接合之部，則二板合而爲一。至塗氫化鋅之故，則因其能去鐵鏽，

使二板易於黏合也。

又錫與水銀之合金，可以製各種玻璃鏡，其製法如下：

玻璃鏡之製法 先將錫箔平鋪，使水銀在其上流走一遍，則錫被溶於水銀而成合金。此時若取十分明淨之玻璃片壓付其上，則合金密着於玻璃表面，遂成光可鑑人之鏡。但現今製鏡，多不用此法而用以下之法。

欲證明此法，可於試驗管內入少量之硝酸銀溶液，先注加安母尼亞水（硝酸銀溶液中，加入安母尼亞水，最初生沈澱，但繼續加入時，遂將其沈澱溶解。）次加入間質 Aldehyde 或葡萄糖溶液，和勻加熱，則銀分離而附着於試驗管之內壁。應用此法，使銀附着於明淨之玻璃面，即成玻璃鏡。此法比用錫與水銀之合金，成本稍少。

第二十九章 鉛

鉛之性質 一、爲青白色而有光澤之金屬。鉛之新斷面，雖光澤甚美；但置之潮溼之空氣中，即氮化而生暈，變成黯淡之色。

二、質軟而重，其比重爲一一·三七。鉛質極柔，故可以指爪傷之，又磨於紙面，則留黑色之痕迹。

三、在空氣中生鏽。鉛在乾空氣中無變化，溼空氣內，則受氮化，表面生鏽；但鏽質緻密，包被表面，能使內部不再受氮化，故鏽以表面爲止。

四、鉛在普通金屬內，較難受種種藥品之作用。

鉛之用途 一、可製鎗彈與導水用之鉛管，造硫酸用之鉛室，以及鉛鍋等器物。製造硫酸之際，始硫酸與鉛室之鉛壁化合，使其表面變成硫酸鉛，此物占據表面，可以保護壁之內部；但遇濃厚之硫酸，硫酸鉛亦不免溶解，故鉛室之鉛壁，用久必受侵蝕。

二、用作合金。

除與錫合成白鐵外，又可製活版用之鉛字，日常所見鉛印之鉛字，其百分中含鉛七五分，銻二〇分，錫五分。

水對於鉛之作用 一、蒸溜水易於侵蝕鉛質。因水及空氣中之氮，能使鉛受

其作用而成氫氟化鉛也。氫氟化鉛，稍有溶於水之性質，故鉛漸漸侵蝕。雨水亦與蒸溜水同，有蝕鉛之性質。

二、泉水、井水、河水等硬水，侵蝕鉛質之事反少。因此等硬水，大都含有碳酸鹽或硫酸鹽，此等鹽類與鉛作用，生成極難溶解於水之碳酸鉛或硫酸鉛，被覆鉛面，不啻與以一層之保障也。

觀此：則軟水較硬水反易於侵蝕鉛質矣。

注意：鉛白爲鉛之化合物，所謂鹽基性碳酸鉛是也。繪事中之白顏色料，及化粧用品中之粉，皆用鉛白製成；但鉛粉含有毒性，且遇硫化氫有變成黑色之缺點。又有毒不僅鉛白，一切鉛之化合物皆然，故不可不注意中毒一事。久用鉛粉之婦女，其皮膚往往呈青色，甚至顏面神經亦受傷損，而成不自然之狀態，是卽中鉛毒之明證。

第三十章 鋁

鋁之存在：巖石及黏土中，常含多量之鋁，故由巖石破碎而生之土砂，或富含

黏土之耕地等，其中皆有大量之鋁存在。

鋁之製法。 製鋁之材料，多用氟化鋁，欲使此物易於熔融，可混以冰晶石或螢石，納入電氣爐中，加以強熱，則因強電流通過其熔融液中，氟化鋁起分解作用，遂生氟與鋁；恰與通電流於食鹽水溶液，即分解而生氟與鈉相同。此際發生之氟，與陽極之炭素化合，成二氟化炭而逃出，鋁則集於陰極一方。

鋁之性質。 一、爲銀白色而有光澤之金屬。

二、質堅且輕，其比重爲二·七。

三、在空氣中永遠不失其光澤。

在溼空氣中，則受氟化作用，於其表面生薄鏽。鏽之質殆無色透明，故不失其表面之光澤，且能保護其內部，使鏽不至侵入。

鋁之用途。 一、因其爲美觀之金屬，故可用作種種裝飾品。

二、以其堅牢且輕，故可用作行軍用之食器，及日常用之鍋、壺、皿、杯等。又以製理化器具、醫療器具，亦甚相宜。

三、用以製人造金（即鉛銅）人造金乃由銅九〇、鉛一〇而成之合金，色澤頗類黃金，且在空氣中不變色，故可用製指環等裝飾品。

瓷器之製法。陶器之製法亦與之相同。

一、先作陶土之細粉。

作陶土之細粉，先將陶土粉末納入桶內，注水攪拌，暫時放置，則其粉末之粗者沈於桶底，視適當時機，乃將其上部之濁水移入他器，靜置若干時，則最初浮遊之細粉，漸次堆積器底。用此法所得之細粉，名曰水簸法。若將此法反覆行之數次，可得極微細之粉末。

黏土由不純之矽酸鋁而成，其純良者名曰陶土。

二、於陶土細粉中，混入石英及長石之粉末，加水搗熟，俾成黏質之塊，可隨意製成種種形狀之器物。

造成器物之形，不外以下各法：如所謂手細工及轆轤細工，即置黏塊於圓板上，而使圓板迴轉，以造成所需之形狀。又有所謂型細工者，其造成器物，需用

木製或石膏製之模型。

三、造成之器物，可置陰處以待其乾，乾後入素燒窯燒之，即成表面粗糙而爲多孔性之素燒瓷器。出窯後，加以釉藥或施以采繪，俟其十分乾燥，再入本燒窯燒之，即成完全之瓷器。

素燒瓷器上釉後，入窯再燒時，始加熱宜徐徐，後乃漸次達於高度，此時釉藥熔解，成玻璃狀之物，被於素燒表面，而呈平滑之狀。采繪之施於釉下者，透過玻璃狀之被物可以見之。

瓷器之繪畫約分二種：一曰釉下繪，一曰釉上繪。釉下繪，即先加繪而後上釉；釉上繪，即先上釉而後加繪。通行之瓷器，多爲釉上繪，且燒成後，可以隨時加繪，不必與上釉同時也。

陶器與瓷器之區別。二者之間，欲爲判然之區別，頗爲困難。若就其大體上區別之，則瓷器比陶器概用高溫度燒成者，其色潔白，其質緻密而堅硬；且呈半透明之狀，擊之發音甚清，此皆與陶器相反者。又陶器概具吸水性，此亦瓷器之所無也。

吾國製瓷工業，以景德鎮爲最，製陶工業，以宜興爲最，此世人所熟知者。

磚之製法。建築用之磚，乃用不純之黏土和水製成；但黏力過強之黏土，製作上反不甚便利，非用他種之黏土或細砂調和不可。製作之前，須將黏土捶熟，然後填入木製之模型內，磚形既成，乃取出陰乾。次用日光曬之，然後置入通氣密內，加以高熱，於是黏土中含有之鐵分，遇高熱而成氯化鐵，變成赤色之堅塊，即俗所謂紅磚是也。

瓦之製法。蓋屋之瓦，亦用不純之黏土，少混以砂，和水製成。製時，先將黏土和熟，置型中，範成定式，俟其乾燥，乃堆積密內，用松材等燃料燒之，燒至半途，乃將密之通氣孔閉塞，密內空氣不足，遂發生多量之黑煙，黑煙中之炭粉混入瓦質內，故瓦變成黑色，此瓦尋常蓋屋多用之。

第三十一章 玻璃

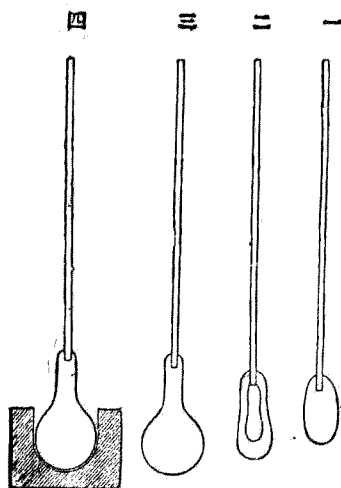
玻璃之種類。普通之玻璃，約分三種，即鈉玻璃、鉀玻璃、鉛玻璃是也。三者之區別，以成分爲標準。

鈉玻璃之成分爲矽酸鈉、矽酸鈣及無水矽酸之混合物。
鉀玻璃之成分，爲矽酸鉀、矽酸鈣及無水矽酸之混合物。
鉛玻璃之成分，爲矽酸鉀、矽酸鉛及無水矽酸之混合物。

玻璃之原料及其製法。玻璃之原料，以白砂（一名石英砂，其成分爲無水矽酸）爲主要成分，配以大理石粉末（碳酸鈣）常用之。鈉玻璃更加入碳酸鈉，鉀玻璃更加入碳酸鉀，混和爲原料，納入耐火之坩鍋中，置鍋於內覆耐火磚之熔窯，燃煤強熱之，經長時間後，則燃料熔融如飴，成爲矽酸鈉或矽酸鉀與矽酸鈣之混合物，卽爲玻璃。然後吹之以管，範之以型，遂成種種器具。

鑲窗或嵌鏡之玻璃片，先吹成中空之大筒，然後截去兩端，俟其稍冷，用金剛石劃縱綫於其一側，輕擊而截斷之；再加熱，俟圓筒略軟，乃展之使平，卽成玻璃片。
燒瓶及玻璃杯之製法。製燒瓶，先將熔融如飴之玻璃，附着鐵管之前端，次將其管下垂，自其上端用口吹之，其吹起之玻璃泡，與作玩具之輕氣球用輕氣吹大之情景相似。吹時，宜且吹且向左右搖動，但宜注意形狀之正否。似此操作，反覆爲

序順之瓶燒璃玻製



之，吹至適宜之大，乃置入木型中，再吹以正其形；然後置入煖灰內，使之徐徐冷卻，最後取出，截去其頸之上端，即成。其製作順序如上圖。至玻璃杯、玻璃皿等器物，則以熔融之玻璃，傾注於鐵模型內而製成者。

玻璃之性質及其用途
用亦異。

上述之三種玻璃，因其成分稍有不同，故性質各殊，效

1. 鈉玻璃 質軟，微帶青綠色，經熱，較鉀玻璃易於熔解；且易受藥品之侵蝕，故祇能用作瓶、罐、杯、盤等日用器具，及窗板與細管等。

2. 鉀玻璃 質堅，能耐高熱，不易熔解；且藥品亦難侵蝕，可用作化學實驗器具及其他裝飾品等。

3. 鉛玻璃 乃用養化鉛（鉛丹）加入炭酸鉀及矽酸中製成，比以上二種玻

玻璃質爲最軟且易熔解，易受藥蝕，但分量稍重，兼有美光澤，又折光作用亦強，故可作三稜鏡、凸透鏡、凹透鏡等種種光學器具，及人造寶石與其他裝飾品等。

著色玻璃之製法，以純粹原料製成之玻璃，殆全無色，若不純而混雜鐵分時，每帶綠色；但如工業上特製之彩色玻璃，則另加着色劑於原料中者，此着色劑爲各種金屬氯化物，表示如次：

色	着	色	劑
乳白	氯化錫	螢石	
鮮紅	氯化金		
紫	軟錳礦		
色	着	色	劑
黃	氯化鈾	無烟煤	
綠	氯化鐵	氯化鉻	
黑	二氯化錳		
色	着	色	劑
青	氯化鈷		
赤	氯化銅		

水磨玻璃之製法

常見之磨片玻璃，其表面粗澀而不透明，乃用金剛砂和水，

附着布片，磨礪而成。有於玻璃表面磨成書畫者，常見之磨片燈，其著例也。玻

璃表面，作與水磨同樣之書畫，另有一法，即用螢石粉與濃硫酸相混，入坩鍋，徐熱之，則發生弗化氫，此氣體有侵蝕玻璃之性質，故可利用之以作書畫，製作之前，可

先於玻璃表面薄塗熔解之石蠟一層，次以金屬之針端描書畫於其上，其描處之石蠟，須剝去，露出玻璃之面；再將此玻璃覆於發生弗化氫之坩鍋上，則剝去石蠟之處，玻璃受其侵蝕，有石蠟處則否。約經十分時取下，用布片拭去石蠟，則所描之書畫豁然顯露。又常見之玻璃杯等物上面所描之書畫，多不用弗化氫，而用機械磨擦成之。

第二篇 有機之部

第一章 含水炭素

含水炭素之意義。遍布於植物界之砂糖類、澱粉、纖維素等，皆由炭、氮、氫三元素構成之化合物；其氮與氫之比例，等於水之組成之比例，故謂之含水炭素（亦稱炭水化物）。

含水炭素之種類。屬於含水炭素之物質，可分為三大類：即單糖類、糖狀多糖類、非糖狀多糖類是也。

1. 單糖類 此為含水炭素中之最簡單者，屬於此類者，有葡萄糖（ $C_6H_{12}O_6$ ）及果糖（ $C_6H_{12}O_6$ ）。

2. 糖狀多糖類 多糖類之構造，乃以數個單糖類互相結合，而減去水數分子，其易溶於水而有甘味者，則稱糖狀多糖類，如蔗糖（ $C_{12}H_{22}O_{11}$ ）麥芽糖（ $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$ ）是。

3. 非糖狀多糖類 此類糖質，多不溶解於水，又無甘味，其實驗式皆爲 $(C_6H_{10}O_5)_n$ ，而其分子量不明，如以 n 等於一，則知其質於葡萄糖一分子中，減去水一分子，屬於此類者，有澱粉、糊精、纖維素等。

蔗糖之存在及其製造原料 蔗糖即吾人日常食用之砂糖，多數植物中雖含有之；然現時製造砂糖所用之原料，其主要者，祇有甘蔗及甜菜，吾國則專採用甘蔗者；其用甜菜製糖之國，以德國爲最著名。

蔗糖之製法 種類頗多，茲述其最普通者製造之順序：

一、以軋輪壓榨甘蔗而採取其汁液。

榨出之汁液，皆呈暗褐色，其表面有多數之泡沫。

二、以大鐵鍋貯此汁液，加入少量之石灰熱之，煮至適度，便得赤砂糖。

熱時，發生大泡而沸騰，汁液中所含有機酸，如林檎酸、單寧酸等，因石灰而得中和；其蛋白質則因石灰及熱之作用而凝固，成污穢之渣滓，浮於液面。

如製赤砂糖，則不除去此等渣滓，但須不絕攪拌，注意勿使枯焦，煮至適度，去

火放冷，即得。若煮之過度，則冷後堅結，自鍋中取出，頗爲困難。

三、若將赤砂糖製爲粗白糖，可於其沸騰之際，用篩形器具不絕撈去其所生之渣滓，俟其沸騰至適當之時間，即將汁液移於桶內，靜置而除去其沈澱物（不純物），再將澄清之部分，移入鍋內，加熱不絕攪拌，煮至適當之濃度，便成粗白糖，中含不純物尚多，故帶褐色。

四、若再將粗白糖精製，可將其溶解於水，使其水溶液自骨炭之上層向下通過，則其色素爲骨炭吸收，而成無色透明之液。乃納入真空鍋，使於低溫度下蒸發，以去其水分，待其濃厚相當，則放冷而使結晶。

真空鍋爲銅製之球狀鍋，以管與唧筒連絡。砂糖液既入鍋中，乃由唧筒之作用以排除鍋中之空氣；同時以水蒸氣熱之，則此砂糖液能在攝氏六〇度乃至八〇度之下沸騰，以蒸發其水分。此際因液面所受之氣壓小，故其液之沸點愈下降；如是則無過熱之弊。（過熱，則蔗糖分解而成褐色。）且蒸發極其迅速，又蒸發而生之水蒸氣，因順次由唧筒抽出，故沸騰亦連續不斷。液中之水分由蒸發漸減，至

所含蔗糖爲七〇%乃至九〇%之地位，則止其沸騰；將此液移入他器，放冷以俟其結晶。放冷時，如使之急冷，則凝結速而成白色之粉末，是爲普通之白砂糖；若使之徐冷，則凝結遲而成菱角柱形之結晶，卽俗所謂冰糖也。

白砂糖中尙含有糖蜜，若欲提去，可用名爲遠心機之球形銅器，置蔗糖其中，速迴轉之，遠心機之側面，穿無數小孔，糖蜜皆由此小孔飛出，於是殘留者，乃爲純良之蔗糖。

蔗糖之性質及其用途。蔗糖爲無色之結晶體，易溶解於水，味極甘而適口，可供日常之食用，茶食點心之製作多用之；又因其有防腐作用，故用以作糖醃菓物等。又蔗糖熱至二百度，則膨脹而成不透明之黑褐色塊，俗名焦糖，可爲酒及醬油等著色之色料。

注意。糖精 Saccharin 亦爲白色粉末狀之物，其甘味比蔗糖多至四五百倍。此物味極甘，雖用水稀釋至一萬倍，其甘味仍然不減。糖精在今日雖未發見其有何毒性；然絕無滋養之效，則已證明。此物由煤黑油 Coal-tar 製得，乃炭

氮、氫、硫等合成之物，外形雖似蔗糖，但蔗糖爲含水炭素，與之全異其質。

麥芽糖 爲白色而易溶於水之結晶體，味極甘，彼麥芽或飴糖之有甘味，即因含有麥芽糖故。

含有麥芽糖故。

麥芽之培養，可取不去外皮之大麥，浸於水中，使之膨脹，然後自水取出，堆積於溫暖之處，使稍發芽，乃入鍋炒之，而制止其芽之發生。

大麥發芽時，生所謂對阿司打西 *Diatase* 之一種酵素，能將所含之澱粉

變爲麥芽糖，故發生甘味。

飴糖 其製法：先將糯米（用粳米或糯粟亦可）蒸熟，加以以溫水，再加入麥

芽之粉末，（糯米一斗，約用一升五合）充分攪拌，放置一夜，便起發酵作用，然後入袋絞去其滓，將其汁液煮至適度，即得白色黏稠之飴糖。



麥芽中含有對阿司打西酵素，由其接觸作用，使糯米中之澱粉變化，而生麥

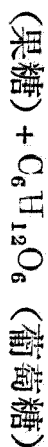
芽糖與糊精，故飴糖爲此二種物質之混合物。

乳糖。爲白色而溶解於水之結晶體，甘味甚弱，存於哺乳動物之乳汁中；因較他種糖類難溶，故醫家用爲調藥劑。人乳及牛乳，每百分含乳糖三至五分，牛乳腐敗時，所以帶酸味；則因其含有之乳糖，受乳酸細菌之作用，分解而生乳酸故。由牛乳取乳糖之實驗。取牛乳一大杯，置蒸發皿中，加入石膏少許，熱以酒精燈，煮至將乾；再加以脫以溶去其脂油，和酒精煮之，則得白色柱形之結晶，卽乳糖也。

葡萄糖及果糖。皆爲易溶於水之白色固體，味甚甘。葡萄糖甘味略遜於蔗糖，果糖則略與蔗糖相等。存在於葡萄、梨、柿等甘味之果實及蜂蜜中。二糖和水，加入酵母，皆起發酵作用，變爲酒精與無水炭酸。由澱粉製葡萄糖法。以稀硫酸和澱粉加熱，再加炭氮鈣以滅其酸，濾取乾之，得白色之微細結晶體，卽葡萄糖。



由蔗糖製葡萄糖及果糖法。取蔗糖之水溶液，稍加淡硫酸而熱之，即分解爲果糖與葡萄糖，是曰水化分解。此硫酸僅爲觸媒，於構造無關。

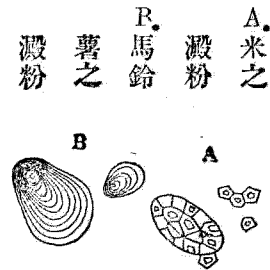


觀上式可知蔗糖爲葡萄糖與果糖各一分子合成，減去水一分子而已。又蔗糖分解之後，若加入石灰，則生果糖鈣而沈澱，其葡萄糖不起變化，可濾去之；再通入二氯化炭以分去其鈣，即得淨果糖。

澱粉之存在。植物之葉，具有葉綠素，能藉日光之助，將吸自空中之二氯化炭，與根部上升之水，分解化合而造成澱粉，此作用謂之光合作用。故稻、麥、藕、芋、甘藷、百合、葛根、馬鈴薯、栗子、菱角等，皆含多量之澱粉。

澱粉之製法。茲就藕粉而述其製法：即先取藕磨碎，使成細末，加水攪拌，然後入布袋絞之；絞得之濁液，停置器內，則沈澱而生白色之粉，乃去其上面澄清之液體，使之乾燥，便成澱粉。

澱粉在顯微鏡之下形狀



澱粉之形性。澱粉一名小粉，概為白色粉末狀；其形狀大小，隨植物種類而異，以顯微鏡察之，則米為多角形；麥為近圓形；馬鈴薯、甘藷為橢圓形，皆有多數輪層環繞於其表面。其性質不溶解於冷水，若遇沸水，則其表面之膜質，吸收水分，脹而破裂，其內容物流出，稠黏為糊。

澱粉之檢出法。一、漿糊或飯粒之表面，若塗以碘酒，

即變成美麗之藍色。

碘酒即溶碘於酒精而成，其比例：酒精十二成，可配碘一成；但檢查澱粉用之碘酒，可用更稀薄之溶液。

二、信封之緘口處，若先溼以水，再塗以碘酒，亦變藍色。

因製信封時，常用種種之糊黏合之故。

似此澱粉遇碘酒，無不變藍色者，故可利用此性以檢查牛乳，視其中是否含有澱粉。牛乳中本無澱粉存在，若有參入澱粉之疑惑，可將牛乳煮沸放冷，加入碘

酒一二滴便可檢出。

澱粉之來源及用途。澱粉既由植物造成，故皆取自植物體部，或自其種子採取，或自其根部採取，或自其地下莖採取，至不齊一。其效用則以食用爲主，有時亦供藥用，或作漿糊等，供藥用者，如用以撒布皮膚潰爛之處，卽其一例。

糊精。取乾燥澱粉，加熱至攝氏二百度以上，或先以稀硝酸溼潤澱粉而熱之，則得白色或淡黃色之粉末，溶解於水，具強黏性，其狀如膠，英名 Dextrine。市中以小罐貯之出售，名曰洋漿糊，可供糊物之用。糯米之黏性所以強於粳米，卽因含糊精較多之故。

纖維素之存在。纖維素 Cellulose 爲植物纖維之主成分，植物之細胞膜，全由此質構成，故又名細胞膜質。此質天然廣布於植物界，如棉之纖維，純然成自此質；麻與棉較，則含有雜質甚多。至於羊毛與蠶絲等動物性纖維，外觀上似亦成自纖維素，其實完全不同。

造紙之原料及其方法。吾人所用之紙，卽利用纖維素製成，東洋紙之原料，大

都取材於楮、竹、雁皮、三椶等植物；西洋紙則多以蘆草、破布及木材等爲原料。茲就用楮造紙之方法，略述其順序如次：

一、剝楮之樹皮，去其黑色之部分，但留純粹之白皮。

二、將楮之白皮浸於苛性鈉之稀薄溶液中，用火煮沸，使附着其上之雜質，如樹脂、澱粉等，皆溶解而去。

三、以水沖洗煮過之白皮，先以棒槌打擊，使其纖維分離；次入石臼搗之，使其纖維破碎；再移置他器，加入漂白粉之水溶液，充分攪拌，放置一夜。

四、將此纖維自漂白粉溶液內取出，以水沖洗，便成純白；於是加水，使之浮游水中；再加入麩糊等物，使纖維平均配布，毋令集於一處，乃以漉紙器漉之，待乾，便成紙形。

漉紙器爲長方形之框，而以削竹編成之篲爲其底。漉時，使浮游纖維之液流入框內，乃將框傾向一方，流去其過多之液體；然後將框置正，使纖維平鋪篲上，所含水分，由篲下透，待乾後成紙，再施以壓平、碾光等工作。

火棉、人造絲及假象牙。皆利用纖維素製成，茲畧述其製法：

一、將棉浸入濃硝酸與濃硫酸之混合液中，放置一晝夜，然後取出，乾之，外觀上與常棉不少異；然點火時，殆不發音而急速燃燒，但不如通常火藥之劇烈耳。是卽所謂火棉，一名棉花火藥，無煙火藥之製造多用爲原料。

無烟火藥，卽用火棉、硝酸甘油、Nitro-glycerine、三炭擬間質 Acetone 等混合而成。硝酸甘油，乃於濃硝酸及濃硫酸之混合液中加入甘油而製成之重油狀液體，如以矽藻土吸收硝酸甘油，便成一種炸藥。三炭擬間質，乃以燒炭時煙突發生之氣體冷後所成之黑褐色液體，作爲原料而製成者，爲一種易於蒸發之無色液體。

火藥庫所藏之火藥，有時能自然爆發，其原因雖未大明；或謂製造時所用之硝酸尙有微量殘留，因之火藥起分解作用，故生爆發之現象。此說在今日，頗占勢力。

二、將棉浸於濃硝酸與濃硫酸之混合液中，時間較前稍短，則生火棉及別種之

物；若以之溶解於酒精及以脫之混合液中，則成醇精火棉膠，Collodion（或音譯作哥路第恩）。加強壓於醇精火棉膠，使通過多數之細管，而自熱水中噴出，便凝結成絲，是即所謂人造絲。

人造絲與蠶絲較，光澤雖美，品質遠遜。

三、醇精火棉膠內，若和入樟腦，加以強壓，便成假象牙 Celluloid。於高溫度下質雖柔軟；然冷後則成堅固之半透明體。加入色料，可仿製玳瑁、琥珀等器物，或用以製髮梳、煙嘴及洋傘之柄等；但性易引火，乃其缺點。

第二章 脂肪及油

脂肪與油之區別及其成分。在尋常溫度之下，成液狀而難與水混合者謂之油，例如豆油、麻油、茶油等是在常溫之下，成固體之形狀而存在者謂之脂肪，如牛脂、豚脂等是。此二者皆由炭、氫、氧之複雜化合物構成，其性質亦皆同一。

但在熱帶成液狀之椰子油，持至溫帶，則凝成固體，可謂之脂肪。在溫帶成液狀之菜子油，持至寒帶，亦凝成固體，亦可謂之脂肪。似此，則脂肪及油之狀態，隨氣

候而差異，換言之，即隨溫度之高下而容易變更其形態，故實在並無判然之區別。又其化學上之性質，亦畧相同。

脂肪及油之主成分，同爲軟脂酸、Palmitic acid ($C_{15}H_{31}CO_2H$) 硬脂酸、Stearic acid ($C_{17}H_{33}CO_2H$) 油酸 Oleic acid ($C_{17}H_{33}CO_2H$) 之混合物。前二種，在常溫之下，雖成固體，而油酸則成液體，故脂肪及油之總稱，中含前二種較多者，常爲固形，含油酸較多者，則成液狀。（石油與脂肪，成分大異，當詳述於後章。）

脂。油。之。存。在。及。其。種。類。 脂油廣布於動植物界，吾人日常所食之肉類且不論，即米、麥及萊菔、胡蘿蔔等，亦皆含有若干之脂油。脂油可大別爲植物性及動物性二種，茲揭其主要者於次：

棉子油 由棉之種子製成，可供製肥皂用及燈用等。

花生油 由花生種子製成，可供食用或製肥皂用。

菜子油 由油菜子製成，可供燈用，食用或塗機械以減磨擦。

植物性油

- 茶油 由茶子製成，可供食用或以塗澤毛髮亦佳。
- 麻油 由胡麻之種子製成，可供食用。
- 豆油 由大豆之種子製成，可供食用。
- 桐油 由罌子桐之種子製成，可為塗飾器物之用。
- 椰子油 由椰子之種子製成，可用以製造肥皂。
- 亞麻仁油 由亞麻子製成，可作塗料及假漆或製造肥皂。
- 蓖麻子油 由蓖麻子製成，可用作下劑或製造肥皂。

動物性脂油

- 牛油 多用以製造肥皂或蠟燭等。
- 豚脂 多供食用，亦可用製肥皂。
- 魚油 由鱈、鯨等魚製成，可以製肥皂或蠟燭。
- 肝油 用鱈魚之肝臟製成，可用作強壯劑。
- 鯨油 採自鯨體，可製肥皂或用作殺蟲劑。

桐油能製油紙或塗器物，亞麻仁油能作塗料或充假漆；其理由，皆因此等油類曝露空氣中，有受氯化作用而乾燥之性。凡具此性之油類，統名曰乾性油；他如

菜子油、花生油在空氣中不乾燥者，則名曰不乾性油。

脂油之製法 從植物之種子製油，可先將種子壓榨，使成碎末，然後置入袋內壓榨以絞出其油；但渣滓中尚含油不少，因欲取出，有加熱後再行壓榨者。若自動物體取脂油，可先將原料細切，入釜加熱，待其脂油融解流溢，乃以鐵勺掬出，更壓榨其殘渣以絞出餘油。

蠟及蠟燭 木蠟乃由黃櫨、烏臼之實取得之一種脂肪，其成分殆全由軟脂酸所成，其質堅，多用以製蠟燭。此外有蜜蠟及鯨蠟，亦類於脂肪之物質。前者採自蜂蜜中；後者乃用鯨類頭骨內之油製成，皆可供製造蠟燭之用。至於常用之洋蠟燭，則用軟脂酸、硬脂酸與石蠟 Paraffin 混和而製成者，故質甚堅硬。

肥皂之種類 通常分肥皂（石鹼）為二種：曰硬肥皂，曰軟肥皂。

一、硬肥皂（鈉肥皂） 即常用之肥皂，由脂油與苛性鈉製成，其質較硬，可供化粧用或洗濯用。

二、軟肥皂（鉀肥皂） 用脂油與苛性鉀製成，為黃褐色而不透明之軟塊，可供藥

用或洗濯毛織物等之用。

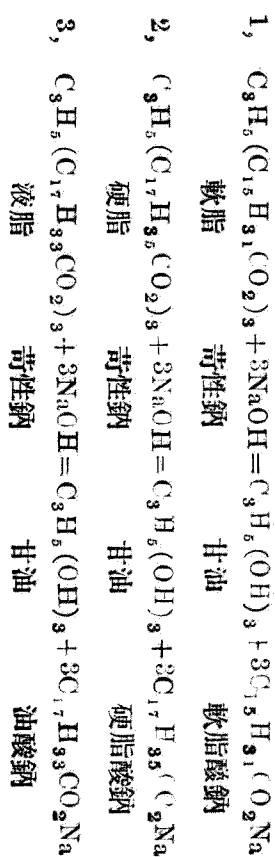
凡脂油，皆由軟脂酸、硬脂酸、油酸等三種脂肪酸質，與甘油化合而成一種有機鹽類；但甘油鹼性甚弱，故遇鉀、鈉等鹼金，則三種酸質，即當舍去甘油而與鹼金化合，成爲鹽類，此作用謂之鹼化，而其化成之物，則肥皂也。故肥皂亦爲一種複鹽。例如鈉肥皂，即由軟脂酸鈉、硬脂酸鈉及油酸鈉混合而成之物。

肥皂之製法。

用脂油製肥皂法：先將牛脂（羊脂、豚脂、椰子油及棕櫚油均可

用）入釜加熱，使之融化；再將苛性鈉水溶液徐徐注入，經長時間煮沸，則脂肪酸漸漸鹼化，而生肥皂與甘油。此二物混和水內，不易分離，宜加入食鹽濃液，不絕攪拌，再煮數分時而放置之，則因肥皂不溶解於鹽水中，遂凝結分離而浮於液面。（其甘油則沈於下層液中，嘗之有甘味，此物應用甚廣，精製之，可以獲利。）可取出而試驗之。如含脂油有餘，宜少添鹼質；含鹼質有餘，宜少添脂油。再煮沸少時，使鹼化完全，乃傾入模型，壓之成塊，適宜切削，便成常用之肥皂。其供化粧用者，則加入香油及顏料等，若加入砂糖，並能使肥皂透明。

肥皂之成分 牛脂爲軟脂, Palmitin 硬脂, Stearin 液脂 Olein 等脂肪混合而成之物, 加入苛性鈉溶液煮沸時, 則其中之甘油分解, 而生軟脂酸鈉, 硬脂酸鈉及油酸鈉, 故硬肥皂爲三種鈉鹽混合而成, 其化學方程式如次:

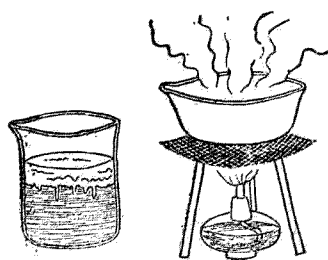


軟脂酸, 硬脂酸及油酸, 統名曰脂肪酸, 故常用之肥皂, 簡言之, 可謂由脂肪酸鈉而成。

製肥皂之簡易實驗 一、以豚脂或牛脂半匙許, 入蒸發皿, 熱以酒精燈, 使之融化。

二、於融化之豚脂內, 注加少量之苛性鈉濃厚水溶液, 用玻璃棒不絕攪拌, 以俟

製肥皂之簡易裝置



其沸騰。

注意。沸騰之豚脂內，加入冷苛性鈉溶液，往往使

蒸發皿炸裂，故須不絕攪拌其豚脂，其苛性鈉溶液，宜以極少量徐徐加入。

三、熱片時，再加入苛性鈉溶液少量，如前攪拌。

四、以上之方法反復行之，約三四回，再熱至十分鐘

以上，則蒸發皿內發生泡沫狀物質。

五、將泡沫狀物質掏出，置入另貯濃厚食鹽水之玻璃燒杯內，不絕攪拌之；因肥皂在食鹽水中難溶，遂成棉狀之塊而浮出水面，但豚脂因含油酸較多，不易成固形之皂耳。

若另用一小杯貯水，將泡沫狀物質溶解水中，醮於細玻璃管端，用呼氣吹之，便成大肥皂水泡。

注意。加熱於蒸發皿時，若其內容物漸現枯焦之狀，則加入苛性鈉溶液宜稍

多，但仍宜徐徐注入。

肥皂之洗滌作用。肥皂在洗濯上之效用，一爲化學的，一爲物理的。卽常用之肥皂溶於水中，一方僅分解而生苛性鈉，使附着衣服等物之油垢，受其作用，溶解而去；其他一方，則因發生黏性之泡沫，使垢膩因滑而易脫落是也。

肥皂在硬水中使用，則生白色沈澱，徒費肥皂，不能去垢，故用肥皂洗濯，總以軟水爲宜。硬水中多含石灰，所以生白色沈澱；此因肥皂中之脂肪酸，與石灰結合而成不溶於水之物質，故徒費而不能去垢也。

井水本爲硬水，但煮沸之後，可變爲略軟之水；雨水爲純粹之軟水，故用以洗濯衣服，能使肥皂易顯其效用。

農家以草木灰溶於水中，供洗濯用；則因灰中含有碳酸鉀，其水溶液與苛性鈉同爲鹼性，故亦有去垢之功效。

肥皂優劣之檢查法。欲知肥皂之優劣，雖有種種方法，然以檢查其含有遊離鹼質之多少爲第一要義。檢查時，先將常用之肥皂溶於水中，加入無水石油精

酸化氫氮輪質之溶液數滴，若呈深赤色，是爲含有游離苛性鈉多量之證，卽不得爲優良之肥皂。此等肥皂，若常使用，有使皮膚變爲粗糙之患。但優良肥皂之水溶液，加入以上之藥品溶液，亦有變爲赤色之事，但不如劣皂之甚耳。（參看前篇第二十一章鹽之種類項下）

第三章 蛋白質

蛋。白。質。之。存。在。及。其。成。分。 蛋白質爲動物體之主成分，在肉類及雞卵等，含量尤多。又存於植物種子中，在豆類之種子，尤含有多量之蛋白質。其成分甚爲複雜，於炭、氮、氫三質外，又含有氧、硫等質，故食之最能養人。其化學變化至爲劇烈，一遇外力，卽分解而爲他質，故其分子式之構造，至今未能確定。

蛋。白。質。之。種。類。 蛋白質雖有許多種類，然其性質則大同小異，茲述其種類中之重要者。

1. 卵蛋白 Egg Albumin 爲一切蛋白質之代表，卽蛋白質之溶解於水者，生時無色透明，加熱至攝氏七十度以上，則凝結而爲白色之固塊，甚難溶解，故熟卵

不能養人，卵蛋白遇金屬鹽類，亦成不溶解之化合物，故中水銀、銅、鉛等毒質者，可服生雞蛋白以解之。

2. 血漿蛋白 Protein 爲存於動物血液中之蛋白質，一離動物體，即凝結而成血餅，內包赤血球，故其色赤，以水洗淨，則得絲狀之物，故又名血液纖維質，灰白色而有彈力性。

3. 筋肉素 Myosin 爲筋肉中之蛋白質，溶解而存於動物筋纖維中，死則其質凝結，故筋肉強直。

4. 乾酪素 Casein 爲存於乳內之蛋白質，性與普通蛋白質異，遇熱不凝，遇酸則凝，故於牛乳中加入稀薄酸類，則生白色沈澱，又乳在空氣中變酸，則此素結皮而浮出。

5. 膠質 Gelatine 取動物之皮、骨、角、蹄等，和水煎煮，則溶解而成膠，精製之，即得膠質，爲無色透明之塊，能溶解於溫水，冷之則復凝結，是亦蛋白質之一種，名曰擬蛋白質。藥用之鹿膠、阿膠，工用之魚肚膠、黃明膠，皆爲一種膠質。

6. 麩素 Glutim

爲植物蛋白質，性與筋肉素相近，以囊盛麩粉，置水內，將小粉揉出，則留於囊中者，爲黃褐色軟塊，俗呼麩筋，即麩素也。麥含此質最多，使之發酵，便成麩包、饅頭等物，養身之功，較米爲優。（麩筋未經發酵，故消化難而不能養人。）

7. 豆素 Legumin

是亦植物蛋白質，多含於豆之種子內，其性質與乾酪素最近，遇熱不凝，遇鹼土金屬則起凝結而成豆腐，吾人所常食者是也。

注意。卵白、麩筋、豆腐，皆非純粹之蛋白質，其中尙含若干雜質。

豆腐之製法及其實驗。一、將大豆浸於水中，約經十二時，使其質變軟。

二、將浸軟之大豆和水，置石磨中磨碎之，使其所含之豆素溶解於水內。

三、將磨碎之物質入釜內煮沸，置入布袋內，絞去其渣滓，則得乳汁狀之豆腐漿。（渣滓爲小粉、豆皮及纖維質等混合而成，俗呼豆渣。）

四、將所得乳汁狀之液體，再行煮沸，加入鹽滷（中含氫化鎂）或石膏（硫酸鎂），則豆素凝固成塊狀；若置入箱內，榨去其水分之一部，便成豆腐，或裹之以布。

將其所含之水分充分榨去，則成豆腐乾。

若在實驗室中作簡易之實驗，可先將大豆浸軟，入乳鉢內搗碎，然後盛以玻璃燒杯，加水煮沸，以稀紗布絞去其渣滓，即得乳汁狀液體；再行煮沸，加入少許之氫化鎂水溶液，便成豆腐。

第四章 酒精及酒

酵素。 大麥發芽時，其麥粒中生對阿司打西酵素，前已述於飴糖項下；似此所生之酵素，爲無生活力之有機物，其自身絕無變化之事，而有將澱粉變爲砂糖之作用。

酵素之種類甚多，其含於唾液、胃液、腸液等內者，有消化食物之功用。咀嚼米飯時，漸感甘味，即因唾液中所含之酵素，將飯粒中之澱粉變爲糖類之故。

酵素化澱粉爲砂糖之作用，恰與二氯化錳有促進氫酸鉀分解之作用同樣，即全爲接觸作用，其自身不稍變化也。又少量酵素，常有糖化多量澱粉之能力，亦其特點。

釀母菌。一作酵母菌，爲屬於半子囊菌類之微生物，亦與酵素同樣，有多數之種類，皆有變化砂糖類爲酒精之特性，故爲釀造酒類所不可缺。

注意。變化砂糖爲酒精之特性，非釀母菌所獨有，酵素中亦有具此種作用者。發酵作用。例如由酵素作用變澱粉爲砂糖類，更由釀母菌作用變砂糖類爲酒精，此種化學變化，名曰發酵作用。

發酵之現象甚多，如砂糖類之變爲酒精，謂之酒精發酵；此外如酒精受醋酸細菌之作用而變爲醋酸，則謂之醋酸發酵；乳糖受乳酸細菌之作用而變爲乳酸，則謂之乳酸發酵。

酒精之種類。酒精一名醇，其種類甚多，通常所謂酒精，不過酒精中之一種耳。次述其重要之種類：

1. 美既兒酒精 Methyl alcohol (CH_3O) 一名一炭醇，此物自木材乾溜而得，故又有木精之稱，爲無色之稀薄液體，有芳香與辣味，可任意與水混和，燃之則放淡藍色之焰，性質酷似普通酒精，可爲油及樹脂等之溶劑，但和入酒內，則不適

於飲用，且有傷人體。

2. 愛既兒酒精 Ethyl alcohol (C_2H_6O) 一名二炭醇，即通常所謂酒精是也。普通酒類中皆含之，但其含量隨酒之種類而多寡不同耳。普通酒精，又名火酒，純粹者謂之無水酒精，其製法及性質、用途，詳以後各項下。

3. 阿美兒酒精 Amyl alcohol ($C_5H_{12}O$) 一名五炭醇，用穀類及甘藷等製酒，除得愛既兒酒精外，其中並含阿美兒酒精。此種酒精，沸點較高，其狀如油，故又有福石爾油 Fusel oil 之稱。其與愛既兒酒精之區別，則燃之有臭，火酒中如含此酒精，以之燃燈，燒玻璃器，必生烟臭之黑跡，即爲其質不純之證。

酒精之製法 將穀類或甘藷、馬鈴薯等含澱粉之物，蒸熟搗成糊狀，加入麥芽，則因麥芽中之酵素作用，將其澱粉變爲砂糖類；再加入釀母菌，則起酒精發酵而生酒精。如斯所得之溶液，注意溫度，再將其蒸溜數次，即得含水較少之酒精。若欲得無水酒精，可加入生石灰，再蒸溜之。（火酒每百分中，含酒精四十四分至九十五分，故通常分爲多數等級，即所謂無水酒精，亦非絕對無水，尙有幾分之水存在。

其內)

酒精沸點爲七十八度，蒸溜時，須注意溫度，勿使升至此點以上，其發出之蒸氣，雖以酒精之蒸氣爲主，總不免混有若干水蒸氣在內，故僅用蒸溜法，尙難得純粹之酒精，若加入生石灰以吸收其殘餘之水分，再行蒸溜，則得近於無水之純酒精矣。

酒精之性質 一、爲無色透明之液體，具特有之香氣及一種刺激性之辣味，比水稍輕，其對於水之比重，爲 0.794 。

二、燃之發淡藍色之焰，光雖弱而溫度甚高。

三、富於防腐之功用。

四、能溶解樹脂、脂油等種種有機物。

酒精之用途 一、以燃時發生高溫度，且不生烟，故用之於酒精燈，最爲適宜。

二、因富於防腐力，故各種動物之標本，若保存於酒精內，可經久不壞。

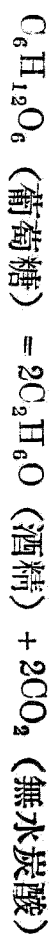
三、有溶解各種有機物之性，故可用以製假漆或香水等。

四用以調製藥品。

前述之碘酒，即將碘一分，溶於酒精十二分而成者。又如樟腦酒，則用樟腦一分，酒精七分，蒸溜水二分溶合而成。此外如苦味酒、橙皮酒、鴉片酒，殆無一非用酒精調製之藥品。

五、用以製酒精寒暑表。

酒之成因及其種類。造酒之原料，不外含澱粉之植物質與含砂糖之植物質。如爲含澱粉之原料，則須先使澱粉受澱粉酵素之作用，變化爲砂糖；再使砂糖受轉化酵素之作用，變化爲葡萄糖或果糖；再使葡萄糖或果糖受釀母菌等之作用，分解爲酒精與無水炭酸，是爲酒精發酵。於是取其酒精而去其糟粕，即得純粹之酒。酒精發酵之化學變化，其式如次：



酒類中有釀造酒與蒸溜酒之分。釀造酒，即利用酵母菌或絲狀菌等之酒精發酵作用，將米、麥或葡萄等釀造而成者。例如國產之紹興酒、德產之麥酒、法產之葡

葡萄酒是。蒸溜酒，亦用穀類等物爲原料，乃將其酒精發酵所得之膠液，更加蒸溜而製成者。例如國產之高梁酒及燒酒，法產之白蘭地，英產之威士忌是。

酒之成分及其酒精含量。酒類之主成分，除水分外，則爲愛既兒酒精，故普通酒類，雖謂爲愛既兒酒精之水溶液亦可。此外尙含有若干之糖類、糊精、甘油、有機酸等。至於下等酒類，往往含有阿美兒酒精。阿美兒酒精，爲一種有臭氣之油狀液體，頗於人身有害，故飲下等酒類，便覺頭暈目眩，卽由此故。

普通酒類所含愛既兒酒精之量，則隨其種類而異：含量最少者，如啤酒，（卽麥酒）所含不過三—四%；含量最多者，如燒酒及白蘭地、威士忌，所含常達四〇—四五%。他如葡萄酒則含一〇—一五%；黃酒約含一五—二〇%云。

第五章 煤油（石油）

煤油之性狀及其存在。天然產出之煤油，名曰原油，乃一種可燃性液體，瀦集而存於地層中者。其成因雖有種種學說，然近人主張，則謂係太古生物遺體所留之脂肪性物質，在地熱與高壓之下乾溜而成者。其推測頗爲近理。初自地中取出

之原油，有臭氣，具螢光，量輕於水，多含雜質，且作黑褐色而黏稠，其成分爲種種炭化氫之混合物，而液體之厚薄，則各地所產畧有不同。（原油中含有數種揮發油，極易引火，故不適用於燈用。）

煤油之採取法。煤油常沈積於乏透水性之黏土質巖石下，其深度約在地中數十尺至數千尺處。此地層中含油處，名曰油層；其富於油層之地，則名曰油田。油層之煤油，雖常滲出於斷崖等處；然採油者常穿井以汲取之，其井名曰油井。掘井之法，或用手工掘，或用機械掘。前法甚拙，專用人工，井成油出，則汲取之；後法先於地上建一高架臺，頂設鐵滑車，附以槓杆及鐵製錐具，乃以蒸汽運動機械，令其時上時下；於是鐵錐穿地成孔，漸達油層，而油井成矣。

煤油之分類。原油雖無類可分，但經人工分溜後，則因蒸溜時溫度之高低，得分爲輕油、燈油、重油三種。分溜時，先注原油於鐵製蒸溜器內，加熱，漸生蒸氣，使由細管通至冷縮器，則蒸氣復凝爲油，集於容受器中。原油中本含有沸點不同之種種物質，因溫度之次第增加，故最初蒸出者，爲沸點較低之液體，最後蒸出者，爲

沸點較高之液體，將其分別蒸集，遂生以下不同之油類：

1. 輕油 其在攝氏百度以內蒸出者，內含 $\text{CH}_4 - \text{C}_2\text{H}_6$ ，名曰煤油以脫；其在百度至百五十度以內蒸出者，內含 $\text{C}_5\text{H}_{12} - \text{C}_9\text{H}_{20}$ ，名曰煤油朋陣，以上二種俱為輕油。

2. 燈油 其在百五十度至三百度以內蒸出者，即為燈用煤油，內含 $\text{C}_9\text{H}_{20} - \text{C}_{11}\text{H}_{24}$ 。

3. 重油 乃自三百度以上之高溫蒸出，仍可分溜而析為數種物質，其殘留蒸溜器內者，係黑褐色之濃液，名曰黑油。

輕油、燈油、重油之性狀及其用途：輕油富於揮發性，一名揮發油，為性極流動之無色液體，最易引火，故不適於燈用；但富於溶解脂油、樹脂等物之性，用以褪除衣服或器具上之油垢，最為適宜。

燈油亦為透明之液體，置玻璃器內透視之，雖帶黃色；然自上俯視其表面，則呈淡藍色，是即所謂螢光性，比水輕，對於水之比重，為 0.84 ，絕不與水混合，除燈

用外，可製驅蟲劑。

重油尙可分溜而得數種物質，其最易揮發而先蒸出者，爲機械油，凡士林次之，石蠟又次之。機械油有黏性，不易沿燈心而上升，故不適於燈用，可用以塗澤各種之機械，而減少其磨擦力。凡士林爲白色之糊狀物質，塗於金屬器具之表面，可以防鏽，又可用以配合藥膏。石蠟爲半透明之白色固體，可用以製洋蠟燭，或爲密封藥瓶口部之用。

燈油之洗滌法。分溜所得之燈油，若卽以供燈用，則多煤煙，且發惡臭，故必經洗滌以去其雜質，然後可用。其洗滌順序如次：

- 一、混強硫酸少量於燈油中，充分攪拌之，可藉硫酸之作用，分解燈油中之鹼性物質，而生黑色之沈澱。
- 二、取沈澱上層之澄清液，更加入苛性鈉或碳酸鈉之水溶液，以除去其酸性物質。
- 三、以水及溫湯再四洗滌之。

注意。 硫酸及苛性鈉成分，不可使殘留油中；否則燃用時，燈心易焦，或固結而不吸油。 煤油之劣者，往往多煙，且有惡臭，及燈心易焦或不吸油等弊，皆由洗滌不淨所致。