

周明化學講義

開明中學講義

開明化學講義

程祥榮編

江苏工业学院图书馆
藏书章



開明函授學校出版
開明書店印行

開明化學講義

二十五年十一月初版 三十七年六月六版

每冊定價國幣二元六角

著 作 者 程 祥 榮

發 行 者 開 明 書 店
上海福州路
代表人范洗人

印 刷 者 開 明 書 店

有 著 作 權 * 不 准 翻 印

(161P) K

詳

內政部著作權註冊執照警字第八五五〇號

開明化學講義目錄

第一講	緒論	一
第二講	空氣	二
第三講	水	九
第四講	碳	一五
第五講	關於物質和化學變化	二二
第六講	化學量論	二五
第七講	化學符號和化學式	三一
第八講	食鹽	三七
第九講	酸 鹽基 鹽	四四
第十講	硫	五二
第十一講	氮的化合物	六一
第十二講	磷砷銻鉍	七二
第十三講	鈉和鉀的化合物	七五
第十四講	鈣的化合物	八一
第十五講	矽和硼	八六
第十六講	玻璃 陶瓷器 水泥	九〇
第十七講	巖石和礦物	九四
第十八講	礦物和冶金	九八
第十九講	金屬總說	一〇七
第二十講	鎂鋁	一一一
第二十一講	鐵鎳鈷銻錳	一一六
第二十二講	銅鋅汞錫鉛	一二二

第二十三講	貴金屬 銀, 金, 鉑	一二七
第二十四講	天然燃氣, 石油	一三一
第二十五講	燃料和火焰	一三八
第二十六講	醇 醛 有機酸 酮	一四六
第二十七講	煤焦油的成分及其誘導體	一五四
第二十八講	酯 油脂	一六二
第二十九講	碳水化合物	一六六
第三十講	纖維素工業	一七一
第三十一講	植物複雜化合物	一七五
第三十二講	蛋白質	一七九
第三十三講	食物和營養	一八二
第三十四講	元素的分類和放射性元素	一八六

開明化學講義

第一講 緒論

物質和物體 ‘化學’ (chemistry) 是研究物質的科學。所謂‘物質’ (substance) 僅指物體的實質而與形態無關, 例如冰雪雨霧雖形態各異, 但其實質卻都是水, 又如鐵絲, 鐵板, 鐵器的實質均同為鐵。凡物質皆可受外因而變化, 若為實質的變化, 就做叫‘化學變化’ (chemical change), 例如鐵在空氣中生鏽, 其實質業已變化, 故為化學變化。若實質並未變化, 就叫做‘物理變化’ (physical change), 例如水加熱蒸發為汽, 汽受冷凝為水或冰, 此種變化, 其實質毫無變化, 故為物理變化而非化學變化。化學上研究物質, 其要旨在於闡明種種化學變化, 至於研究物理變化的科學乃物理學。

物質的研究和利用 人類生存於自然界, 其周圍或為無生機的岩石和礦物等, 或為有生機的動植物, 而人體本身也是物質, 故隨時隨處必發生關於物質的疑問, 因疑而研究, 因研究而得以獲正確的知識; 又人生衣食住莫不依賴物質的供給, 因需要而探求, 因探求而能發明種種利用物質的方法。因上述諸事實就創生化學這個學問。所以廣義地講起來, 人類自有史以來, 已經有化學了。但正式的研究要算公元十八世紀中葉方纔開始, 而公元十九世紀的一百年便為化學最盛行的時代。在此一百年中間, 不但對於地球上的動植礦的物質都逐漸研究明白, 並且對於離開地球很遠的太陽以及星球上的物質, 亦能加以推定; 至於物質的利用, 不但是知

道自然物的利甲法，並且還能夠創造很精巧的人造品以供日常需要，例如人造染料和人造絹絲均於十九世紀發明。我們現在所處的時代，已經在二十世紀經過三十餘年，其間化學的進步較前更為迅速。故若缺乏相當的化學知識以為基礎，則普通日用品的來源都不能理解，何況是要想在社會上做一個有用的人或於學術上有所深造呢。

本講義準備和大家講述初步的化學(1)，當於第二講以下先說明空氣，水，碳這三種最普通的物質，然後說明化學諸原理以及其他重要物質的所在，製法，性質(2)，和應用問題；望讀者循序漸進，終能獲得有系統的基本知識。

【提要】 1. 物質係指物體的實質。

2. 物質的變化可分為‘化學變化’及‘物理變化’。

3. 化學與人生有密切的關係，其基本知識為現代人所不可缺少。

練習問題

1. 薪炭燃燒，火藥爆炸，銅苔，銅綠為化學變化；水結冰，鹽在水中溶化，汽化蒸發為物理變化；試說明之。
2. 試由常識上所知的性質以證明下列物質的區別：(a)銅絲和鐵絲。(b)水和汽油。(c)鉛和銀。(d)白糖和麥粉。

第二講 空氣

二

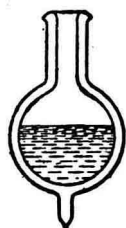
空氣的所在 圍繞地球數十公里以內，充滿着一種氣體，因此氣

(1) 初步的化學係概括化學的全部，至於高等化學則皆分科學習，例如無機化學(專研究無機物質)，有機化學(專研究有機物質)，分析化學(專研究物質的分析法)，工業化學(專研究化學的工業)，生理化學(專研究與人體生理有關的化學)，理論化學(專研究化學的理論)。(2) 物質的性質可分為物理性和化學性。物理性例如形態，色臭味，比重，融點，沸點等；化學性係關於化學變化的性質。

無色無臭無味，故吾人不易感覺其存在。但若遇起風時，便覺似有一種物質在空間流動；又試居密閉的室中，即感窒息而不適，可見人體必須呼吸空中的某種氣體；又如薪炭等在空中可以燃燒，倘將其密閉，即被滅熄，這又可見空中有一種助燃的氣體。所以科學上就把這個充滿於空間的氣體定名為‘空氣’(air)。

空氣的比重 空氣是物質，故必有重量，科學上測得空氣在標準狀態(1)下每 1 升(2)容積的重量為 1.293 克(3)，按純粹的水在標準狀態下每 1 升的重量為 1000 克，所以空氣的重量約為水的 $\frac{1}{773}$ ，這就是說空氣 773 升的重量僅抵水一升的重量。

液體空氣 凡氣體通例可變為液體(例如水蒸氣遇冷收而為水)，故空氣亦可設法化為液體。其法將空氣加以強大的壓力，而使之通過細孔，則溫度逐漸減低，終至化為液體，這就叫做‘液體空氣’(4)(liquid air)。液體空氣是稍帶淺藍色的液體，僅可在低溫保留其為液體，若置於通常溫度之下，便要急速沸騰而氣化，所以貯放液體空氣的瓶，必須能夠隔絕外溫的傳入。這種特別的瓶是用玻璃製造的，有兩重瓶壁，壁間抽成真空以免外溫的傳入。其形式如右圖，叫做‘刁瓦氏瓶’(Dewar flask)。



圖一刁瓦氏瓶

空氣的組成 若將液體空氣任其與外溫接觸，因而沸騰氣化，那末首先蒸發出來的氣體是不助燃燒的，這氣體叫做‘氮’(nitrogen)，或稱‘淡氣’；氮蒸發完了以後，便能蒸發一種助燃的氣體，這

三

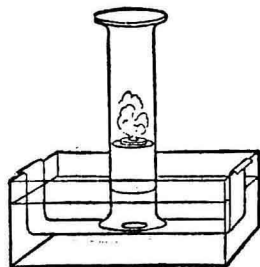
(1)標準狀態(standard condition) 即指溫度攝氏零度及壓力 760 毫米水銀柱而言，凡物質遇熱則膨脹，受壓則縮小，而氣體的容積更易變化，故必須限定在何種狀態之下。(2)升(litre)或譯為公升，是容積的單位。(3)克(gram)或譯為公分，是重量的單位。(4)製造液體空氣的方法，必須加壓多至 200 倍於平常的氣壓，故非有完全的機械，決不能實驗。

氣體叫做‘氧’(oxygen),或稱‘養氣’。照這樣看起來,可知液體空氣中含有氮、氧二種不同的物質。液體空氣是由平常的空氣加壓減溫而成的,其實質並無任何變更,故可推知平常的空氣也是由氧、氮所組成的。

關於空氣的組成,尚可作簡單的試驗,藉以直接證明為氮氧二質。

1 試將銅線在炭火或燈火中加熱,銅線的外層即逐漸變成黑色的物質(並非煤煙,因煤煙可以拭去,但此種黑色物質則不能輕輕拭去之),可見銅線因加熱而和空氣的甚麼物質已經互相結合,故失去原有的赤色而成黑色的新物質。

2 試將玻璃筒倒覆在水盆內,取黃磷少許在此玻璃筒內密閉燃燒,少頃,燃燒終結,盆水漸昇入玻璃筒內,到達筒內全容積五分之一而止。這時若另取著火的紙條投入玻璃筒內,即被滅熄。可見空氣中某部分氣體因助磷燃燒而消失,燃燒後殘留着的另一部分氣體即不能助燃。



圖二 關於空氣組成的實驗

在第一試驗中,銅線的變成黑色即為銅和空氣中的氧互相結合而成黑色的氧化銅。又於第二試驗,證明空氣中助燃的氧僅有全容積的五分之一,故燃燒終結後,盆水即昇入玻璃筒的五分之一以占據原有的氧的容積,至於其他五分之四不助燃的氣體就是氮了。

(註) 上述空氣的性質及其組成,現雖屬於很明白的科學知識,但在公元十八世紀的中葉即距今約一百六七十年前尚未充分明白,那時有許多學者發表實驗所到達的結論,終得確認真理。至於液體空氣的製法是到了十九世紀末即距

今約三十年前方纔發明的。可知科學的進步並不容易，而生於現代的我們，可以說，在求知方面確是方便得多了。

空氣組成的容量比 空氣為五分之一之氧和五分之四的氮所組成的，這條結論直到十九世紀末，尚無任何新加的補充。但於千九百九十四年，英國學者拉姆西氏(W. Ramsay)以為空氣的組成除氮、氧之外另含少許較重的氣體，其性質亦不助燃，於是做了許多很複雜的試驗，乃得發見空氣中尚有‘氬’(argon)等五種稀少氣體。故現今所知道的空氣組成，其容積比如下：

成 分	空氣每 100 容 積 中 的 含 量
氧.....	21.00
氮.....	78.06
氬等.....	0.94

空氣組成的重量比 按上述氧、氮、氬三種氣體之中，氧和氬均較空氣重，而氮則較輕。據精密測定，得知氧、氮、氬對於空氣的比重各為 1.105, 0.967, 1.379, 故知空氣組成的重量比如下：

成 分	空氣每 100 重 量 中 的 含 量
氧.....	23.2
氮.....	75.5
氬.....	1.3

除上表之外，空氣尚含少量的水蒸氣，二氧化碳氣，以及塵埃和微生物的胞芽；但此等物質的含量往往因地域和氣候而變更，故無一定數量可記。

製造氧的簡法 實驗室中製造純氧，可用下列簡便的方法。

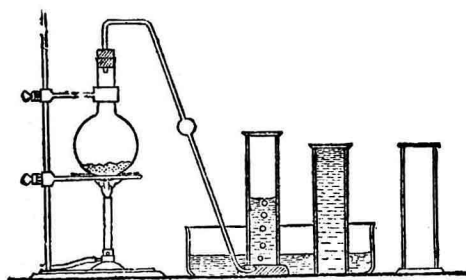
(1) 試取三仙丹(3)於試驗管中加以強熱，便能由管口發出

氧，若以火柴或與紙條的餘燼遇之，即因氧的助燃而重行發火。按三仙丹係由單體的汞於空氣中加熱而生成，亦即由汞與氧結合而成，今因加以強熱而仍行分出氧來，故此法可稱為由空氣間接取氧之法(8)，其化學變化可依下列橫式以表示之。

〔第一步〕 汞 + 空氣 $\xrightarrow{\text{(加熱)}}$ 三仙丹 + 氮

〔第二步〕 三仙丹 $\xrightarrow{\text{(加熱)}}$ 汞 + 氧

(2) 試取四份重量的氯酸鉀(7)粉末和一份重量的二氧化錳



圖三 氧的捕集

槽中的集氣圓筒捕集之。(9)

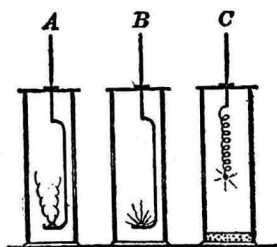
所捕集的氧，可分別試驗如下：

(A) 插入已燃的硫黃，可見在純氧中燃燒更為熾烈。

(B) 插入已燃的磷片，亦可見其在純氧燃燒甚為熾烈。

(C) 插入附有已燃小木片的鐵絲，

(4) 粉末，攪和後，投入圓底玻璃瓶中加熱，即能發生氧，故瓶口通一細管，若於管口試以紙條的餘燼而能重行發火，即知氧已充分發生，然後導入於倒置水槽中的集氣圓筒捕集之。(9)



圖四 養氣中的燃燒

(C)的管底稍加水 and 砂)

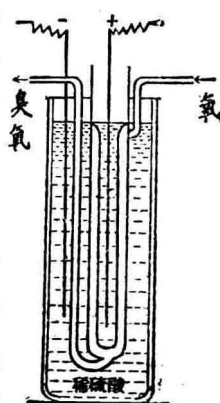
(5) 三仙丹或稱‘氧化汞’，係赤色粉末。(8) 公元 1777 年前後，拉瓦季 (Lavoisier) 氏即用此法確實證明空氣的組成，並定名為氧及氮，故此法在化學史上甚著名。

(3) 氯酸鉀係含有氧的白色物質，為工業製品。(6) 二氧化錳係黑色物質，亦含有氧，為天然產的礦石，擊碎使成粉末。(9) 氧與水不起化學作用，且僅能略溶於水，故可通過水槽而集於筒中以占據原有的水的位置。

即見在純氧中鐵絲亦可燃燒，而發熾烈的光輝。

氧的性質 氧爲無色無臭無味的氣體，其性質除顯著的助燃性之外，又能與種種物質引起化學變化，例如鐵片生鏽以及酒的發酵成醋都是和空氣中的氧有關係的。又氧對於人及其他動物的呼吸，均爲必要，倘若斷絕，即窒息而至於倒斃。氧能略溶於水，適可供給水中動物的呼吸。氧的大規模製法係由液體空氣中分取。液體的氧貯鋼製的圓筒內，能隨時導出氣體氧以助燃而發生高溫度的火焰，使用於熔斷鐵板等作業；又可導出以救助陷於呼吸困難的病人和煤礦遇險的工人。

臭氧 若將氧流通於具有雙重管壁的玻璃管，管外繞以稀硫酸並通高壓的電流，以發生無聲放電，則由管中流出的氣體即帶有一種特殊的臭而異於平常的氧，此氣叫做‘臭氧’（ozone）。臭氧在實質上與氧相同。但帶有臭氣，且較氧重 1.5 倍，又與他物質能引起較氧更爲強烈的化學變化，例如能殺菌消毒及將油類漂白。像雷雨時空氣中的氧往往有少量變成臭氧；又於盛黃磷的水瓶內，亦略能使空氣中的氧變成臭氧，可懸置碘化鉀澱粉紙（10）以試驗之，因該項紙條遇臭氧即逐漸變成湛藍色。



圖五
製造臭氧
的裝置

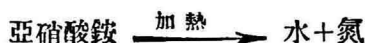
七

氮的製法及其性質 純粹的氮可用下列簡便法在實驗室中製取之。

((0) 碘化鉀澱粉紙係用碘化鉀水溶液調合粉漿以塗於紙上，此紙遇臭氧即分出遊離的碘而使澱粉變成藍色。

試取亞硝酸銨投入試驗管中加熱，即能發生純粹的氮，其化學變化可用橫式表示於下：

開
明
化
學
講
義



氮亦為無色無臭無味的氣體，其性質不助燃燒，且與他物質不容易發生化學變化，但若在特殊情形之下，亦可設法使氮和他物質化合而製造種種有用的化合物。（詳見以後第十一講中關於空氣氮固定法的條下）

【提要】 1. 空氣為無色無臭無味的氣體，充滿於地球周圍數十公里以內的空間中。

2. 空氣可於強壓低溫之下化為淺藍色的液體空氣，該液體空氣遇熱蒸發時，首先放出者為氮，其次為氧。

3. 空氣的組成約為 $\frac{1}{5}$ 體積的氧及 $\frac{4}{5}$ 體積的氮，此外又含有氫等稀少氣體及二氧化碳和水蒸氣。

4. 氧為無色無臭無味的氣體，較空氣略重，其性質助燃及和種種物質化合，又於動物呼吸上不可片時缺少。

5. 製氧的方法有下列三法：

(a) 由液體空氣之蒸發（工業上）。

(b) 由三仙丹之加熱（歷史上著名）。

(c) 由氯酸鉀和二氧化錳之加熱（實驗室中簡便法）。

八 6. 臭氧由氧經無聲放電而生成，其性質較氧更強，具有漂白及消毒作用。

7. 氮為無色無臭無味的氣體，較空氣略輕，其化學性質是不活潑，不助燃，亦不能燃。

8. 純氮可由硝酸銨加熱而製取之。

練習問題

- 試述空氣存在之理。
2. 空氣每升的重量是多少？
3. 液體空氣係用何法製造？又刁瓦氏瓶的構造是怎麼樣的？
4. 氮與氧有何區別？
5. 鐵在空氣中生鏽，在重量上有何變化？試證明之。
6. 氮，氧，氫孰重孰輕？
7. 良好的通風爐能使炭火迅速燃燒，其理何在？
8. 魚類的呼吸，亦需要氧，問該氧係若何供給？
9. 氧的製法有若干種？試分述之。
10. 在空氣中的燃燒與在純氧中的燃燒，有何區別？
11. 臭氧與氧的比重為若干？又其性質有若何區別？
12. 臭氧可用若何方法以製取之？
13. 氧有何用途？
14. 臭氧有何用途？

第三講 水

水的所在 水是人人所熟悉的物質，充滿着水的河川海洋，差不多占地球表面積的七分之五。此外，空氣中也含有水蒸氣，隨氣候的變遷，而或為雲、雨或冰雪。又動、植物中也含有多量的水分，例如蔬菜中通常含有百分之九十以上的水分，牛乳中含有百分之八十七的水分，而人體中的水分約佔體重的百分之七十。照這樣看起來，水在物質界，不論對於礦物或生物，都是很重要的；那末，也就是很值得研究的了。

淨水法 天然水中通常含有水以外的許多物質，例如海水含有鹽分，所以海水是鹹（1）的，又如井水、河水或泉水之中往往含有石灰質，所以一經煮沸就會得沈下白色的固體。欲除去水中的雜

九

（1）海水中的鹽分，除蒸餾法之外，其他諸法均不能除去，故海水絕對不適合於飲用，而航海的船舶亦必由陸上載河川之淡水以供日常的飲料。

質，其法如下

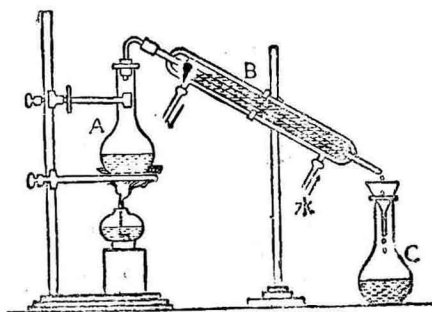
(1) 濾過法——這是除去水中土砂塵埃等懸浮物的方法，實驗室中用漏斗和濾紙，自來水廠用砂礫，普通家庭可用砂礫和木炭。

(2) 煮沸法——將天然水煮沸之後，便會得沈下固體的雜質，並且因為煮沸加熱的緣故，可以消滅天然水中不潔的細菌。

(3) 用藥品處理法——用氯或臭氧通過水中，可以滅菌消毒，又將明礬液加入天然水中，可使懸浮物凝集而除去之；這都是自來水廠大規模濾水時合併採用的方法，以便供給良好的飲水於用戶。



圖六 家庭濾水器橫斷面
表示內部材料的充填法

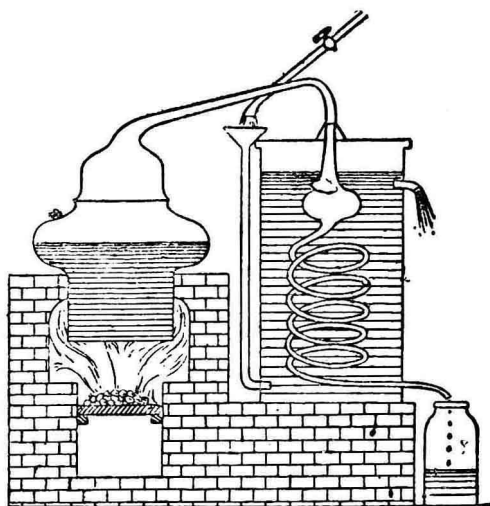


圖七 水的蒸餾裝置
A 瓶中的水加熱沸騰，水蒸氣通過冷卻器
B 之後，凝縮為純水而滴入 C 瓶

(4) 蒸餾法——天然水加熱，即沸騰而發出水蒸氣，水蒸氣遇冷，則凝集而成最純粹的淨水，叫做「蒸餾水」（distilled water），圖七，圖八，即表示製造蒸餾水的裝置。

純水的性質 純粹的水（即蒸餾水）是無味無臭透明的液體，在溫度攝氏零度凝結為冰，百度沸騰。物質的通例，遇冷則縮小，遇熱則膨脹，水也是這樣的。不過水有一種特性，即遇冷雖然漸漸縮小，但是到了攝氏四度以後，卻反而膨脹起來，所以在零度結冰的

時候，其體積比較未結冰以前更為擴大，往往脹破盛水的器具。並且冰的體積既然大於同一重量的水，即冰的比重較水為小⁽²⁾，所以冰總是浮在水面的。



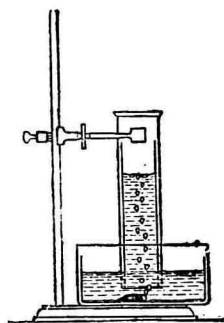
圖八 大規模的水的蒸餾裝置

溶液溶媒溶質 水可以溶化種種物質，試取食鹽或白糖少許，投入水中攪盪之，即被溶化而仍成為透明的均勻的液體，這個現象化學上把牠叫做‘溶解’(solve)。凡是和水一樣可以溶解他種物質的液體叫做‘溶媒’(solvent)，被溶解的物質叫做‘溶質’(solute)，而由溶解所成的液體就叫做‘溶液’(solution)，例如水為溶媒，食鹽為溶質，而由此所成的鹽水就是‘食鹽的水溶液’(aqueous solution of common salt)，或簡稱‘食鹽溶液’(common salt solution)。種種物質的水溶液在化學技術上是常常用到的，所以把這幾種名辭首先提出來，請大家記着。

水的組成 水是由氫、氧二種氣體化合而成的，可證明如下。

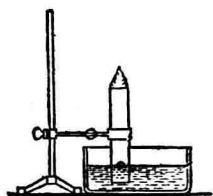
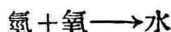
(2)學問上精密測得：水在攝氏四度時，每1立方呎體積的重量為1克；但於零度結成冰以後，每1立方呎體積的重量祇有0.92克了。

(1) 試將金屬鈉一小片投入水中，即引起猛烈的化學變化，在鈉和水的接觸面發生一種比空氣更輕的氣體，這種氣體叫做‘氫’(Hydrogen)，俗稱‘輕氣’。可將貯滿水的試驗管倒置於水盆中而捕集之。由此可見水中可以分出氫，所以氫必為水的成分之一。



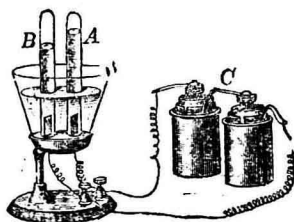
圖九 用金屬鈉投入水中以發生氫

(2) 試於水中直立兩端開口的玻璃管，從水面上的管口投入小片的鈉，則發生出來的氫即上昇於管口，可點火燃燒。設於該燃燒點的上邊，置一冷皿，便有水點凝集於皿。由此可見氫在空氣中燃燒而生成水蒸氣，而空氣中助燃的物質是氧，故知此現象即為氫、氧化合而成水：



圖一〇 氫的燃燒

(3) 試於水中通以電流，即見陰陽二電極的表面繼續發生氣泡，該項氣泡可分別捕集於倒置水中的試驗管內，稍待，陰極方面所捕集的氣體容積要比陽極方面多一倍，若取出試驗，可以知道容積多的氣體是氫，容積少的氣體是氧。由此可見水的成分之氫、氧二氣，其容積比例為 2 比 1。



圖一一 水的電解

氫的簡便製法 關於氫這個氣體，我們還可以由別種物質去製造牠，即注加稀硫酸於鋅粒的上面，便能簡便發生氫。其實驗法先將鋅粒置於附有雙孔木塞的玻璃瓶內，由玻璃漏斗注加稀硫酸後，即發生氫，可導入倒置在水槽中的集氣瓶以捕集之。但起初發生出來