54017
50-34

中華民國二十六年三月初版

(58621)

的化學實驗一冊
atory Work-book to Accompany
hemistry for To-day

冊實價國幣叁元
外埠酌加運費匯費

著者 W. McPherson
W. E. Henderson
G. W. Fawler

述者 沈鼎三

行人 王上海河南路雲五

刷所 商務印書館上海河南路

行所 商務印書館上海及各埠

四二六上

集

譯者的話

凡是在中等學校教過化學實驗的人，都知道化學實驗教本的選擇，是一件非常困難的事。我們理想中的教本，是：文字非常清楚，對於試驗方法的敍述，一些也沒有含糊的地方；試驗的手續甚簡單，但內容則富有趣味；所需要的儀器藥品也簡單，經濟狀況不十分好的學校，也容易設施。但是想找到這樣一本，眞是非常困難。1934 年夏天，我在上海看到這本書的原本，讀之後覺，得這一本書非但能够適合上述的條件，而且還有下面幾點好處：

1.書中的試驗，分爲三種：一種普通試驗，一種是高材生試驗(Honerexperiment)，還有一種是示範試驗。普通試驗是各個學生或各組學生都應做的，工作敏捷的學生，做完了必須做的普通試驗後，如尙有空餘時間，可再做一些高材生試驗，這樣，可充分發展學生的個性和能力。

2.每一練習之前，均有『討論』一欄，討論的目的，是將該練習的意義，用簡單清楚的文字，先行介紹給學生，使學生得一確切的觀念。

3.書末附錄中，有溶解度表，國際度量衡制，實驗所需的儀器藥品單，急救方法等等。

4.關於化學實驗的報告，普通有兩種方式：一種是論文式，一種是塡空式；但是兩種各有利弊，都不是頂好的方法；本書，一方面在各試驗的方法下留下一些空白，叫學生塡寫，一方面，又要學生做一種『概要』，使學生融會整個練習的意義。美國各化學雜誌，曾說此種方法是一種是優良的方法。

因此，我決意想把它譯成中文。譯成之後，曾由我自己在廣西省立桂林高級中學試教過三次，由朋友試教過二次，其間文字的修正，不下六七次。

本書中各藥品儀器的名稱，各術語，及度量衡制，均與商務印書館出版，楊春洲先生譯的今日的化學相同；書中所指的教本頁數，卽係該書的頁數，以便與該書同時採用。如單獨採用本書爲實驗教本，亦無不可。本書各練習第一頁下的格言，或先哲們努力的事蹟，是譯者收集插入的，如學者因這種短句的刺激，而加倍的努力，譯者的願望也就足了。

本書雖經數次修正，但錯誤之處，恐仍難免，如蒙指正，不勝感激。

沈鼎三江蘇省立鹽城應用化學職業學

除了觀察和實驗外，沒有第二種方法可以到達眞理之路。

——羅傑·培根——

告教師

試驗應熟練，敏捷並準確；但同時又須澈底了解試驗的意義，然後方可達到成功的目的。這，便是編著本書的本旨。本書中試驗的數量較多，故可任教者自由選擇，以適應環境的需要，及一級中各學生程度的差異。

書中各試驗，均經下列各條件的鑑別，不能適合條件的試驗，決不採納。

1.是否能以最簡單的手術獲得最多的知識?

2.是否能適合高級中學男女學生的水準智力?

3.是否爲初等化學的基本知識?

化學教師們都知道高級中學化學課程的最低要求是甚麼。至於最低要求之外的教材，應依學生對於化學的需要如何而定。本書中各試驗的一部分，是每個學生或每組學生都要做的。此類試驗包括美國各大學招生委員會及紐約化學綱目審定委員會所定的標準，工作遲緩的普通學生，可祇做此類最低要求的試驗，其他學生，同時可再做一二個或甚至三個附加的試驗。祇要學生不空費他的時間，祇要能得到眞正的益處，對於他所做的試驗的數量是沒有多大關係的。實驗工作，特別是最低要求的試驗，應於預習關於該試驗的課本，及解答問題等等之前舉行。

試驗的次序，須依課本預習的次序而定，不必拘泥於本書各試驗的次序。

化學實驗室中的教育，應在理想的條件下實施，一位教師並非是一個疑問箱，而是一個指示方法幫助學生解決困難問題的指導者，同時學生也並不祇是搬運儀器的機器，而是爲好奇心的驅使而直接去接受知識的人。每一練習，至少需二小時的實習，這樣，教師們可有充分的時間，啓發學生關於試驗的知識，告訴他們整個試驗的目的，審察他們試驗的實施情形，而使他們更明白試驗的各部分對於整個試驗的關係，最後，又幫助他們融化在試驗室中所得的經驗。根據這樣分配試驗時間的原則，著者使每一練習中，均包含（1）討論，將本練習的各試驗作一初步的探討。（2）在 1,2,3，等節目下，是試驗些甚麼，如何試驗。（3）學生觀察的結果及結論。

做完了某一練習之後，學生應在該練習第一頁的空白地方，用完整的句子，將他試驗所得的一切，寫成一清楚簡要的『概要』。此種概要，對於融化新的經驗，是很有幫助的。

教師們可先令學生學習基本試驗 1，基本試驗 2……等等，然後再學習練習 1，但

也可以從練習 1 教起，而以基本試驗作爲參考材料，或爲高材生試驗之用。

工作敏捷的學生，應力勸他做最低要求之外的高材生試驗（原文爲 Honor expeniment 光榮的試驗），此種試驗，以H標明。做不做雖是任意，但相信一定能引起一部分學生，熱烈的要求。

練習4－D，5－D，及 13－D，可由教師或一組精細的學生示範試驗，較爲適宜。

練習 38－H 所包含的試驗，全部是任意的，可作爲關於應用化學的高材生試驗。此項試驗的記錄，應由學生自行設法寫下。

告學生

實驗室　這是要你觀察的地方，也是要你思想的地方。試驗課程中，有許多是機械的工作，如燒玻管啦，彎玻管啦，但從大體說，腦的工作是多過手的工作。每一次試驗是要研究一種重要的事實或是證明一種原理。在試驗開始之前，一定要把握着這試驗的意義。對於各試驗中的試驗方法，應像你預習教本那樣的仔細閱讀。

對於儀器和箱櫃要愛護　儀器須保住清潔，櫃子及抽屜中的東西要排列得有秩序，常用微濕的布把儀器擦乾淨，並放些紙在其中。富有經驗的教師，一瞧學生試驗桌上的情形，即可斷定他們工作的好壞。齷齪的桌面，堆着許多不需要的用具，各種儀器雜七雜八連在一起，即表示他既未透澈了解所做的工作，又沒有遵照書上的指示。桌面清潔而儀器的裝置又適當，可看出他對於所做的工作瞭然而有興致。你應決心的爲你自己去證明一切的眞理。

注意藥品　你所用到的幾種物質，有些多少帶點兒毒性，有些極易燃燒　有些在某種狀況下要爆炸，有些接觸皮膚會生痛苦的損傷。又有些藥品在混合時往往要發生危險。化些時間把藥瓶外面的標籤讀清楚，不可有點差錯。如有一種你所不熟習的藥品忽然落在你的皮膚上或衣服上，立刻將這事告訴你的教師吧。假若你遵照書上的方法做去，是絕對沒有危險的。但是你必須像在機器廠中開機器，或是像駕駛汽車那樣小心才行。

經濟　藥品很貴，試驗時應用得節省些，用少量的藥品試驗，往往比用多量的藥品試驗爲佳，並且可以較快的得到試驗的結果。每一位良好的化學家，總是用可能的最少量來試驗。一部分固然是爲省錢，大部分還是爲省時間而想多得學習一些。用指定的份量吧。在你還不能很正確地估量出一克或一立方厘米（c.c.）的量究竟等於多少之前，所用的量首先應正確地稱過或量過。注意試驗方法中常用的簡寫，如克（g.），厘米(cm.)，立方厘米（c.c.）等。又（R. S.）二字是代表一種在公共藥架 (General reagent shelf) 可以找到的藥品，這種藥品在你自己的桌上是沒有的。

概要　每一練習做完後，把這練習的大概情形寫成一概要。每一練習第一頁的空白，即留來作爲此用的。好好保存這一頁，到你把這練習的全部試驗，或盡你所有的時間內，在這練習中所能作的試驗，都完成之後，再寫你的概要。寫概要須分成段落，注意句子構造，及你在試驗中所得的重要結果與印象。概要的內容須有意義而且確切中肯。不要因爲各練習中概要作法的提示把你拘束了。

目 次

實驗室中的普通操作 頁

基本試驗 1. 國際度量衡制，測量各種物體的長度，容積及重量法……3

基本試驗 2. 本生燈……7

基本試驗 3. 玻璃管工作……11

基本試驗 4. 其他的基本操作……13

練習 1. 金屬在空氣中加熱……17

試驗 1. 化學變化……19

試驗 2. 金屬在空氣中加熱後的變化……21

試驗 3. 金屬在空氣中加熱時從空氣中取得甚麼物質否……23

練習 2. 氧……25

試驗 4. 氧及氧化的研究……27

試驗 5—H. 試驗 4 中氧的來源……29

練習 3. 氫……31

試驗 6. 用金屬置換酸中的氫……33

試驗 7—H. 剩餘物……37

練習 4—D. 還原及氧化……39

練習 5—D. 氫的燃燒……41

練習 6. 水……43

試驗 8. 水的電解……45

試驗 9. 金屬和水的作用……47

試驗 10—H. 水的蒸餾……49

試驗 11—H. 分液蒸餾……51

練習 7. 溶液……53

試驗 12. 將物質（溶質）溶於水（溶媒）中……55

試驗 13—H. 過飽和……57

試驗 14—H. 精確測定食鹽的溶解度……59

練習 8. 碳及二氧化碳……61

頁

試驗 15. 碳的形態……63
試驗 16. 碳酸化合物和酸作用製二氧化碳……65
試驗 17－H. 剩餘物……67
練習 9. 測定化合物分子式的實驗方法……69
試驗 18. 氯化鋇結晶中水的百分數……71
試驗 19－H. 測定氧化銅的分子式……73
試驗 20－H 測定鎂的（1）原子價，（2）化合量（即化學當量）……77
試驗 21－H. 氯酸鉀中氧的百分數；22.4 升氧的重量……81
練習 10. 氯……85
試驗 22. 鹽酸的氧化……87
試驗 23－H. 用漂白粉漂白……91
練習 11. 氯化氫及鹽酸……93
試驗 24. 氯化物和硫酸的作用……95
試驗 25. 鹽酸(圖 45 中的 B 瓶)的物理性質及化學行爲；氯化物的鑑別法…97
試驗 26－H. 設計並實行一試驗，證明試驗24.4.中的液體卽是鹽酸……99
試驗 27－H. 試驗 24 中的剩餘物……101
練習 12. 酸，鹽基及鹽……103
試驗 28. 酸與鹽基的物理性質及化學行爲……105
試驗 29. 鹽的性質及製法……107
試驗 30－H. 數種普通物質的性質……109
試驗 31－H. 應用滴管及顯示劑測定中和點……111
練習 13－D. 測定各種物質能否導電法……113
練習 14. 大氣……117
試驗 32. 空氣中氧及氮的百分數……119
試驗 33. 空氣中的其他成分……121
試驗 34－H. 用銅測定空氣中氧與氮的比較容積……123
練習 15. 氨……125
試驗 35. 氨的製法……127
試驗 36－H. 任何銨鹽與任何鹽基的作用……129

頁

練習 16. 硝酸 ……131
試驗 37. 硝酸鹽與硫酸的作用 ……133
試驗 38. 硝酸鹽的褐圈鑑別法 ……135
試驗 39－H. 一氧化氮，二氧化氮，及硝酸化合物 ……137
練習 17. 硫 ……139
試驗 40. 數種硫的同素異形態 ……141
練習 18. 硫化物 ……143
試驗 41. 硫化氫的製法及性質 ……145
試驗 42－H. 硫化氫成分的實驗證明；硫化氫的鑑別法 ……147
試驗 43－H. 金屬的硫化物（氫硫酸的鹽） ……149
練習 19. 二氧化硫及其化合物 ……151
試驗 44. 硫酸的還原 ……153
試驗 45. 亞硫酸化合物（亞硫酸的鹽）及硫酸化合物（硫酸的鹽） ……155
試驗 46－H. 硫酸的研究 ……157
練習 20. 溴 ……159
試驗 47. 硫酸及氧化劑對溴化物的作用 ……161
試驗 48. 氯與溴的置換 ……163
試驗 49－H. 溴化氫及他種溴化物（氫溴酸的鹽） ……165
練習 21. 碘及氟化氫 ……167
試驗 50. 碘化物與酸及氧化劑的作用 ……169
試驗 51. 碘，氯，及溴的置換 ……171
試驗 52－H. 碘化氫及其他的碘化物（氫碘酸的鹽類） ……173
試驗 53－H. 氟化氫 ……175
練習 22. 磷族 ……177
試驗 54. 磷及其化合物 ……179
試驗 55－H. 數種砷的化合物 ……181
試驗 56－H. 銻的研究 ……183
試驗 57－H. 鉍的研究 ……185
練習 23. 膠狀浮懸體；乳濁液 ……187

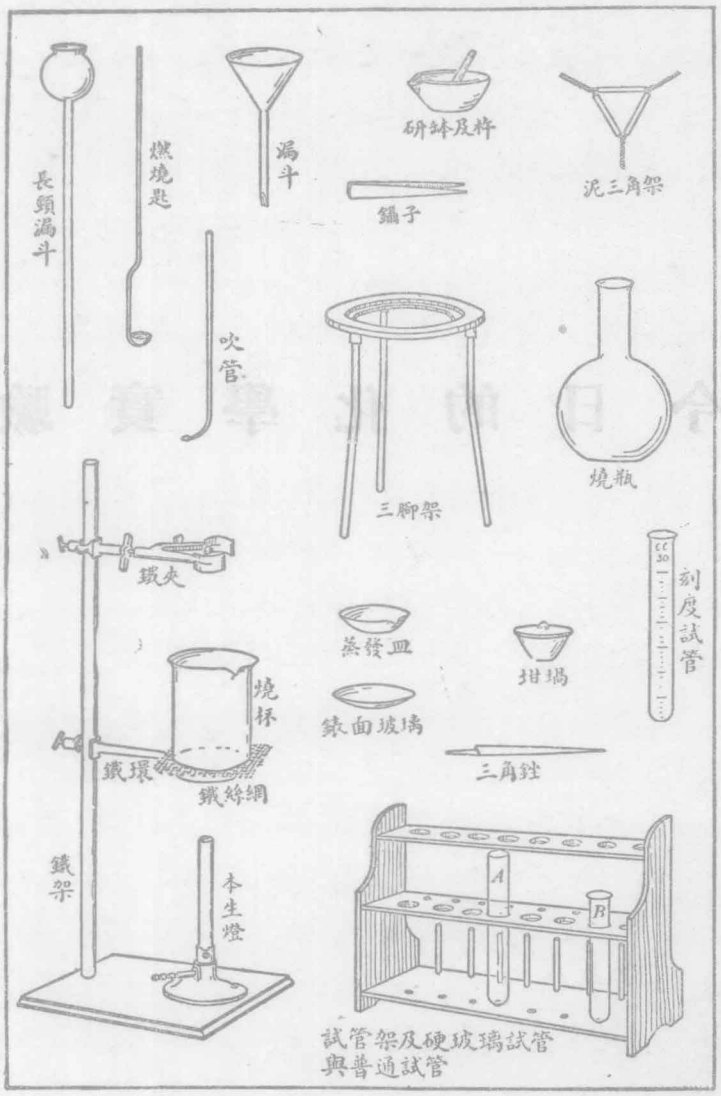
頁

試驗 58. 膠狀浮懸體及乳濁液 ……189
練習 24. 碳化氫，烴 ……191
試驗 59. 木材及煤的破壞蒸餾 ……193
試驗 60. 乙炔，汽油和煤油 ……195
試驗 61－H. 碳化氫中甲烷的數種衍成物：三氯甲烷，四氯化碳，三碘甲烷 ……197
練習 25. 碳水化合物：糖，澱粉，纖維素 ……199
試驗 62. 糖 ……201
試驗 63. 澱粉；纖維素 ……203
試驗 64－H. 織物纖維素 ……205
練習 26. 酸（有機的） ……207
試驗 65. 醋酸；醋 ……209
練習 27. 酯 ……211
試驗 66. 脂及油 ……213
練習 28. 金屬的化合物 ……215
試驗 67. 一般的製法 ……217
試驗 68. 金屬與金屬鹽的置換 ……219
練習 29. 各種簡單的鹽的鑑別法 ……223
試驗 69. 鑑別金屬鹽的溶液中所存在的金屬法（焰色試驗法） ……225
試驗 70. 硼砂球鑑別法 ……227
試驗 71. 硝酸鈷及吹管鑑別法 ……229
試驗 72. 鑑別未知成分的鹽的成分，鑑別水中所含的鹽類 ……231
練習 30. 鈉及其化合物 ……233
試驗 73. 鈉及上述各種鈉的化合物的物理性質及化學行爲 ……235
練習 31. 鹼化 ……239
試驗 74. 製造肥皂 ……241
練習 32. 染色的原理 ……243
試驗 75. 染色中媒染劑的用途 ……245
練習 33. 硬水 ……247

頁

試驗 76. 暫時硬水 ……249
試驗 77. 永久硬水 ……251
練習 34. 水的潔淨法及測定它的硬度法 ……253
試驗 78. 水的清潔法 ……255
試驗 79—H. (1)測定用硬水洗濯所損失的肥皂量;(2)肥皂粉的分析……257
練習 35. 鐵的鹽類 ……259
試驗 80. 亞鐵鹽及高鐵鹽的製法 ……261
試驗 81. 二價鐵離子及三價鐵離子的鑑別法 ……263
試驗 82—H. 結晶硫酸亞鐵(銅)的製法 ……265
練習 36. 數種普通金屬的比較研究 ……267
試驗 83. 數種普通金屬 ……269
練習 37. 攝影 ……273
試驗 84. 攝影術中銀鹽的用途 ……275
試驗 85—H. 照相底片 ……277
練習 38—H. 應用化學 ……279
試驗 86. 試驗土壤的酸性度 ……281
試驗 87. 黏土; 水泥; 三和土 ……283
試驗 88. 橡皮 ……285
試驗 89. 測定牛奶中所含的脂肪量 ……287
試驗 90. 奶油及人造奶油的鑑別法 ……289
試驗 91. 防腐作用 ……291
試驗 92. 發酵粉的作用 ……293
試驗 93. 發酵粉的分析 ……295
試驗 94. 汚漬的除去法 ……297
試驗 95. 油漆 ……299
試驗 96. 鑑別存在於同一溶液中的銀, 鉛及汞 ……301
附錄 ……303

今日的化學實驗



學生實驗需用之化學儀器

姓名……日期……

實驗室中的普通操作

基本試驗 1. 國際度量衡制,[1]測量各種物體的長度,容積及重量法

用具 刻度試管；天平二副，（一副能稱 0.5 克到 1000 克的重量，一副能稱 0.01 克到 50 克或 75 克的重量）；表面玻璃；燒杯（100－c.c.）；小丸藥盒一隻。

材料 細砂及食鹽各五六克。

註 基本試驗 1，是爲未曾學過物理，或對於國際度量衡制不甚熟悉，及稱輕微物質的手續不甚明瞭的學生而插入的。

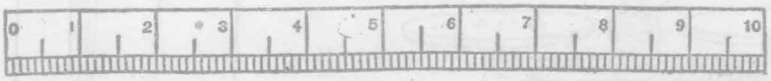


圖 1. 十厘米長的尺

1.長度 用 10 厘米長的尺（圖 1）測量下列各種儀器的長度；並將結果記載于下：

銼刀的長度……cm.　　試管的長度……cm.

鑷子的長度……cm.　　濾紙的直徑……cm.

估計其他各物體，如鉛筆，玻璃片，表面玻璃等的長度，然後用尺量一下。繼續的估計，至你對於長度的估計能相當準確時爲止。

2.容積 用刻度試管或量筒（圖 2）測量你櫃中各種器皿的容積（單位是立方厘米），讀刻度試管或量筒中的液體容積時，你的眼睛應與試管或量筒內液體凹面的最下部相齊。（圖 3）。

試管的容積……c.c.

最小的燒杯的容積……c.c.

燒瓶的容積……c.c.

集氣瓶的容積……c.c.

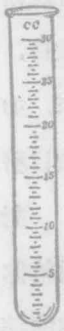


圖 2. 刻度試管

3.天平 平台天平（圖 4）是稱 0.5 克到 1000 克的重量用的。它沒有化學天平（圖 5）或角盤天平（圖 6）那樣的靈敏，因這二種都能稱到 0.01 克。這二種天平雖然比較靈敏一些，但是最多祇能稱到 50 克或 75 克。化學天平（圖 5）的

1. 參閱附錄（p.303.）

二臂，可轉動螺旋D，使它昇高或降低。天平不用的時候，二臂應該放下，使左右二盤靜止在天平的底上。

應用天平之前，天平的二端必須彼此平衡。平台天平如已平衡，則二盤靜止時，天平的指針A(圖 4)，必指在目標B中的零度。如不指在零度，卽表示左右未曾平衡，應把螺旋C轉動一下，使二端平衡。至於那種比較精細一些的天平，二端如已平衡，則二端上下擺動時，指針擺到零度左端和擺到零度右端的遠近必是相等。不然，可把螺旋C轉動一下，而達到左右相等的目的。

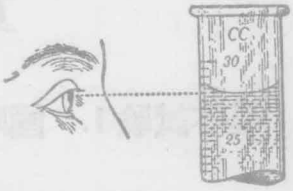


圖 3. 讀刻度試管內液體容積法

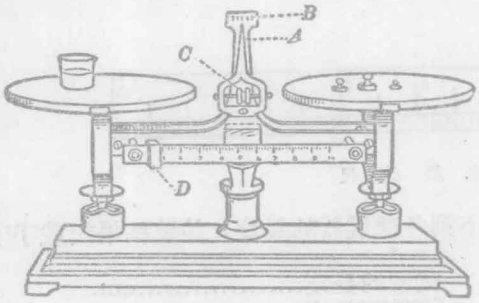


圖 4. 可稱 1000g. 的重量的平台天平

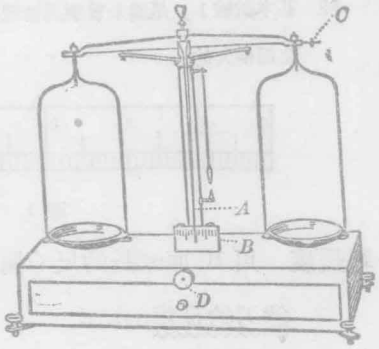


圖 5. 精細的化學天平，但至多祇能稱 50g. 或 75 克。

天平校準之後，把要稱的物件放在天平的一端，（放在左面比較方便一些），然後把法碼（圖 7 及圖 8）加在另一端，而使二端平衡。應用平台天平時，10 克以下的重量，可將滑動器 (Slide) D，左右移動而使二端相等，天平平衡後，應卽將平衡所需的法碼數目，仔細記下。經過相當練習之後，你卽能將你所要稱的物質的重量，近似的估計出來，如此，你可先有一種觀念，大約應加多少法碼上去，才可平衡。數算和記載法碼的數目務須非常仔細。法碼的數目數出來後，再觀察法碼盒中的空格，互相對照一下。

對於應用天平的方法，在此不宜詳細的告訴你們；這一種知識，你們的教師會詳細說給你們的。但你們必須記到，天平是一種精細的儀器，所以要非常小心，要像你對於你的錶一樣的小心。要稱的東西，應整潔而乾燥，那些法碼，必須用鑷子方可搬移，（圖 9）。沒有一種藥品是可以直接放在天平盤上稱的。像食鹽白糖那些物質，可放在紙上再稱它，其他與紙會起作用的物質，則必須盛在小燒杯中或表面玻璃中，方可稱它。

4. 重量 對於天平的構造及應用的方法學過之後，卽將下列各物體的重量稱出來，

姓名……日期……

基本試驗 1.（續）

並記載在下面。

磁蒸發皿的重量……g.

表面玻璃的重量……g.

銅元的重量……g.

照下面方法，精細的稱 5.2 克的食鹽：先將表面玻璃放在天平盤上（圖 5），在另一盤上，放一小丸藥盒。放些細砂在盒中，使小盒與表面玻璃彼此平衡。於是將等於 5.2 克的法碼放在小盒的旁邊，將食鹽加在表面玻璃上，使二端再平衡。

圖 6. 角盤天平。它替可代化學天平，價格雖廉，可是不十分方便。

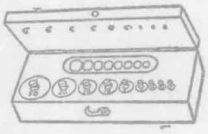


圖 7. 化學天平的法碼

圖 8. 平台天平的法碼

圖 9. 取法碼法

依下面的方法，把 10 c.c. 的蒸餾水的重量稱出來：將一小燒杯洗淨乾燥，放在盤上，把它重量稱出來；稱過之後，將它取下，並倒 10 c.c. 的蒸餾水在杯中，再稱一下。水的容積，應量得愈精確愈好。（用你儀器中的量管或刻度試管測量）。

10 c.c. 的蒸餾水的重量……g.

如你稱得的重量，並非 10 克，則你用甚麼理由去解釋這事實？……

……

姓名……日期……

基本試驗 2. 本生燈

用具 本生燈及橡皮管；翅狀燈，蒸發皿。

材料 木條（1 cm.×12 cm. 是適宜的大小）；白紙板（10 cm. 見方）。

1. **構造** 本生燈是一種在試驗室中常用的，用氣體作燃料的燈。其中有一A管(圖10)，與那底部C，是用螺旋連接起來的；A管的下部，有二個小孔，管子的下部，套着一個套子B，套上也有一個小孔，轉動套管，可使管上的小孔開閉。用一個橡皮管，將D和煤氣管連起來，可燃燒的氣體，便從D管通進去。

將A管折下，觀察本生燈的各部分（圖 11）；然後再把各部分裝合起來。將煤氣管的開關放開，立刻燃一火柴，放在離燈口 4 或 5 cm. 處。節制氣體的通入量，使火焰的高度約爲 10 cm. 左右。通進去的可燃氣體，與從小孔中通入的空氣混合，燃燒而成差不多一些也不光亮的火焰。假如把套管轉動，使小孔封閉一部分，那麼火焰就可光亮一些。

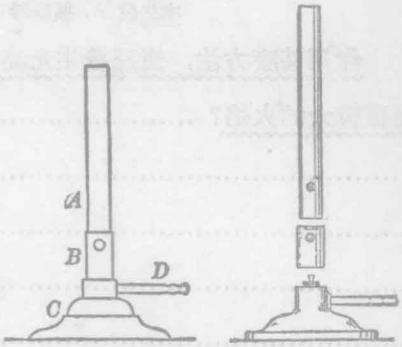


圖 10. 本生燈　圖 11. 本生燈的各部分

在你的蒸發皿中盛一半水，將蒸發皿放於鐵架上（圖 24），用光亮的火焰將它加熱。

蒸發皿底上有些甚麼現象？……

再用不光亮的火焰加熱一次。

結果？……

……

……

試驗的方法中若沒有說用光亮的火焰，那麼卽應用不光亮的火焰加熱。

將煤氣管關好，以『翅狀燈』（圖 12 中的A）插在管的頂部；再把氣體燒燃，注意現在火焰的面積，是大得多了。此種火焰，在彎玻璃管的時候（基本試驗3.）是常用的。

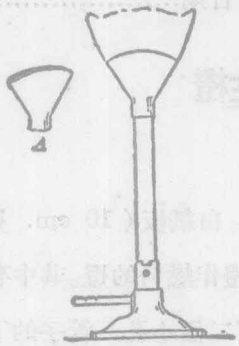


圖 12. 附擴焰器的本生燈 A. 擴焰器

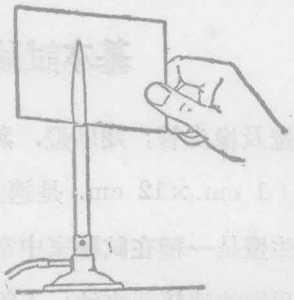


圖 13. 用紙片試驗火焰各部的溫度

你用甚麼方法，使燈發生光亮的及不光亮的火焰？你又用甚麼方法，使燈發生一種面積較大的火焰？……

……

……

……

……

2. **火焰各部分的比較溫度** 將一塊小木條，水平的放入本生燈火焰的下部，放二三秒中。木條在那個地方，祇能燒焦一些。用同樣的方法，試驗火焰中其他各部分的溫度。

火焰中的各橫斷面，那一部分的溫度最高？……

……

……

……

……

將氣體的流入量減少一些，使火焰的高度，成爲 7 或 8 cm. 左右；迅速將一塊白紙板，垂直放在火焰的中心，紙板的下部，擱在燈的管口上（圖 13）；在紙板將近燃燒而未燃燒的時候，把它從火焰中移出。

對於火焰各部分的比較溫度，現在又得到了些甚麼知識？……

……

……

姓名……日期……

基本試驗 2.（續）

繪一圖，表示你的結果。

火焰圖。

姓名……日期……

基本試驗 3. 玻璃管工作

用具 燈及翅狀燈（酒精燈亦可）。硬玻璃試管及木塞；鑽孔器；三角銼；圓銼。

材料 軟玻璃管；外直徑約 6 m.m.；玻璃棒一支，長約 30 cm.。

1. **將木塞及玻管塞住試管**（如圖 14 所示）要把玻璃器強熱，先應和緩加熱一下，否則玻璃是會破裂的。同理，強熱後的玻璃，必須慢慢的使它冷下來。

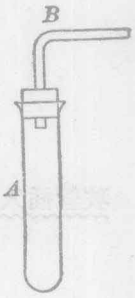


圖 14. 裝着木塞及玻管的試管

玻璃管截斷法 從你的玻璃管上截取長度約 15 cm. 的一段。截的時候，先將管放在桌上，用你的手指將它按住，再用三角銼的邊，在玻管上你所希望截的地方銼幾下。等到玻管上有了痕跡之後，將玻管雙手拿着，你的大指，放在痕跡的背後的附近（圖15），慢慢將玻管一彎，同時大姆指也要用一些力。假如稍略用一些力，不能將玻管折斷，那麼還要將那個痕跡銼深一些。較粗的玻管，有時應在玻管的四面銼成一條圈形的痕跡，方可將它折斷，截斷後玻管的斷口是非常尖利的，可把它放在本生燈的火焰上部轉動燒一下，而使它圓滑一些。

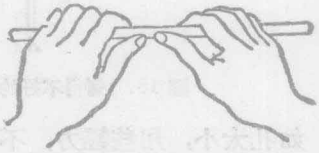


圖 15. 玻管以銼刀銼有痕跡後，可這樣把它折斷。

彎玻璃管法 彎玻璃管的時候，應先將你希望彎的地方，放在翅狀燈的光亮火焰中加一下熱（圖17），將玻璃管水平放在火焰中，慢慢將玻管轉動，使玻管均勻受熱。

繼續加熱，至玻璃管能很容易的彎過來時，即將它從火焰中拿出來，並把它彎成直角。（圖 14，B，）注意，玻璃管所受到的熱，應非常均勻，這樣，所彎成的角方可均勻圓滑，不致像圖 18 中的A或B那樣。

塞子 用橡皮塞塞各種儀器，實在比用軟木塞好得多。假如所應用的是木塞，則應依下列的方法進行：

鑽孔 選一良好的木塞，木塞的大小依它較小的一端，能否塞入硬玻璃試管的口而定。將木塞放在木塊及桌面中間滾壓數次，使它軟一些。

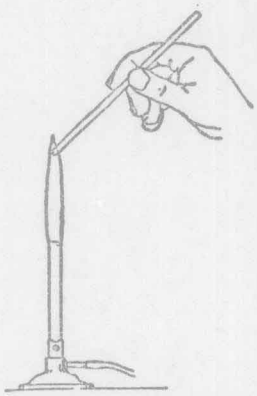


圖 16. 把玻管或玻棒的斷口燒圓

第二步，是把玻璃管插進木塞中去，要達到這目的，

當然先要鑽一個孔。先選一個比較玻管略小的鑽孔器，將木塞的較大一頭放在桌面上，將B棒拿在手中。把鑽空器鑽到木塞中去，不要推進去，而用輕輕的力量轉進去(圖19)。注意，鑽孔器和木塞面應該成功直角，鑽成的孔，應該直而光滑。

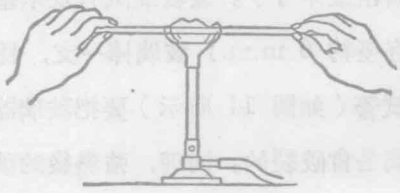


圖 17. 玻管彎曲之前，先應加熱。

玻管插入木塞法　現在，用水或梵士林將玻管濕潤一下，將玻管慢慢轉動鑽入木塞

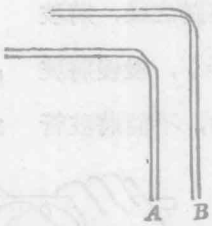


圖 18. 彎得不好的玻管

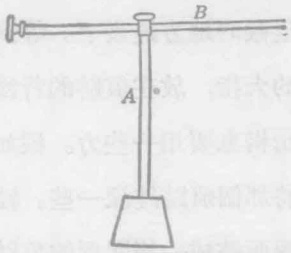


圖 19. 木塞鑽孔法

中。如孔太小，用些輕力，不能將它插進去，則可用圓銼刀將孔銼大一些。但須記到，玻璃管是脆而易斷的東西，假如力量用得大了一些，它會斷在你的手中，而將你的手割破的。

姓名……日期……

基本試驗 4. 其他的基本操作

用具 燒杯二隻；量筒；玻璃棒；漏斗：蒸發皿；研缽及研棒。

材料 濾紙；鹽及砂各一克。

註 因爲本生燈及鐵架是放在你的桌面上的，所以以下各試驗的用具欄中都沒有提到這二件東西。

圖 20. 取去瓶塞法

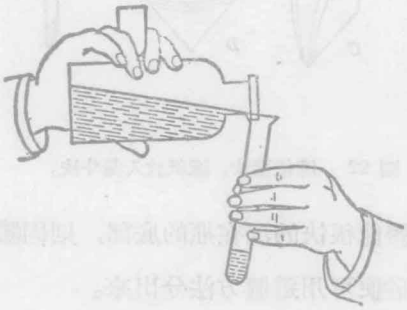


圖 21. 將液體倒到另一瓶中法

1. 將液體從這一瓶倒到另一瓶法 盛水一滿杯，試將水慢慢的倒入另一杯中，而使沒有一些水倒在杯的外面。

你能這樣做嗎？……

……

再盛一杯水，並拿一玻璃棒，放在另一杯的口邊上，如圖 23 。將水沿着玻棒慢慢的倒入受水的杯中。

你能倒完那杯水，而一些也不潑在外面嗎？……

……

解釋其結果。……

……

傾倒液體的時候，如圖 23 所示的玻棒是要應用的；或者，瓶口要放在受液體的瓶的口內，如圖 21 所示，這樣也可避免水從瓶的外面流下來。

爲何？……

瓶塞切勿臥放在桌上，用二個手指將它夾着，而讓手拿着瓶，如圖 20 及圖 21 所示。

爲何？……

2. **傾倒法；過濾法** 將浮在液體中的固體小點和液體分離，下面的二種方法都可應用：

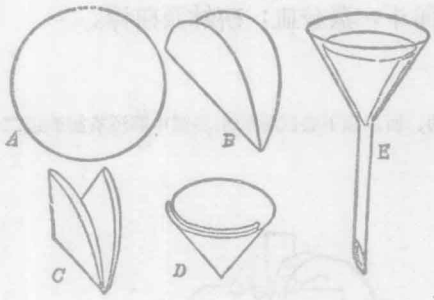


圖 22. 濾紙摺法，濾紙放入漏斗法。

圖 23. 用過濾法，將液體中的固體分出來。

假如固體能很快的沉在瓶的底部，則固體沉澱後可將液體倒出，而使固體和液體分離。水中的砂便可用這個方法分出來。

怎樣的固體才能很快的沉下來？……

……

……

然而有時候，液中的固體是不能沉下來的，或是要經過很久的時間，才會沉下來。在這種情形，可將那混合液體倒在濾紙上，而使清潔的液體流下去，固體則留在濾紙上面。

爲何水能流過，而固體不能？……

……

……

濾紙能濾去一切固體嗎？……

摺濾紙，和將濾紙放在漏斗上的方法，如圖 22 所示。先將濾紙（圖 22，A，）依它的直徑對摺成半圓形（B），再對摺，成圓的四分之一那麼大小（C）。將摺過的濾紙張開，使成圓錐體（D）；這圓錐體的一部分是三層紙合成的，還有一部分祇有一層紙。將圓錐體放入漏斗中，漏斗的大小，須與濾紙相符，不可過大或過小。

爲何濾紙邊不可超出漏斗邊部之外？……

……

……

姓名.....日期.....

基本試驗 4.（續）

濾紙是必須完全與漏斗符合的，假如不能密接，可將濾紙另行褶過，而使彼此符合。將濾紙放在漏斗中，用水使它潮濕一些。水流過濾紙之後，用手指將濾紙的各部分，對漏斗壓緊，以除去紙與漏斗間一切的氣泡。現在，這過濾器便可應用了（圖 23）。

在過濾的時候，液體是經整個濾紙濾過呢？還是大部分經濾紙的尖端濾過？.....

.....

.....

紙與玻璃間的氣泡，爲何必須除去？.....

.....

.....

這種過濾的方法，並不祇能使固體與液體分離，有時也能使二種固體彼此分離。如下面的試驗所示。

3.**使二種固體彼此分離法** 稱食鹽及砂各一克，用研缽將它均勻混和。將這混合物移入玻杯中，加水 10 c.c.。用玻棒拌攪二三分鐘。再將未溶解的固體濾出，濾下來的液體則收集在燒杯裏。(圖23)。然後又倒入蒸發皿中，將蒸發皿放在鐵架上，（圖24），用和緩的火將液體蒸發。當水蒸完之後，即將燈火移去。

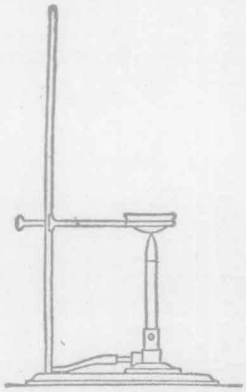


圖 24. 蒸發

濾紙上的固體是甚麼？.....

如何證明？.....

.....

蒸發皿中的固體是甚麼？.....

如何證明？.....

一切的固體混合物，都能用這方法把它們分離開來嗎？.....

.....

.....

姓名……日期……

練 習 1. 金屬在空氣中加熱

假如你從前沒有做過實驗，先仔細的把『告學生』讀一遍。

討論 從明白金屬在空氣中燃燒後所發生的變化起；產生了一種新的科學——化學。金屬在空氣中加熱所發生的現象及生成物，與物質在空氣中燃燒所發生的現象及生成物是非常相似的，所以前者明瞭之後，對於解釋後者，可有極大的幫助。那麼在現在，普利斯特利的發明氧，對於拉瓦節用金屬在空氣中加熱，解釋燃燒及火的性質，究竟有些甚麼幫助，就可成爲你在試驗室中的研究問題了。

概要 在你完成了本練習的各試驗之後，把整個的練習重讀一遍。對於『討論』中所述的，及你的觀察與結論，都要特別注意。然後，把你研究金屬在空氣中加熱所得到的觀念，清楚簡要的寫在下面空白的地方。每一句句子要完整的，有一定的主詞與謂語。各代名詞所代表的名詞須清楚明確。你的概要要有意義，有目的。必要時可詢問你的教師。

> 人們若以爲哲學的進步，比個人的名譽還重要，卽可明白：人之所以能効力於世界者，莫過於勤在試驗上做工夫。
>
> ——波義耳——

姓名.....日期.....

試驗 1. 化學變化

用具 鑷子。

材料 鎂絲銅絲各一條，每條各長 3 cm.。

1.將二條金屬絲磨光，使現露光亮的表面。

說出每種金屬的物理性質，如色，光，嗅，彎曲性等。.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.用鑷子將各金屬分別放入本生燈（或酒精燈）火焰的最熱部分（參閱基本試驗 2）。

寫出各金屬的變化，及你對此的印象。.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

金屬的變化，也許是因爲金屬在空氣中加熱的時候，火焰發生某種物質，並給予金屬，故有此種變化。也許因爲熱及空氣使金屬變成與原來性質完全不同的新物質。在第二種情形，即是發生化學變化。試想像金屬變化。尙有其他原因否？

3.將一玻璃管放入燈的無色火焰中，觀察有何煙或灰等物質發生否。

結果？.....

金屬變化的原因，究竟那一個想像是眞確的，換句話說，金屬有化學變化發生嗎？

姓名……日期……

試驗 2. 金屬在空氣中加熱後的變化

用具 坩鍋，天平。

材料 砂；鋅粉，或用酒精洗過的鐵粉約二撮。

1. 在坩鍋中盛些鋅粉或鐵粉（其量約爲坩鍋容量的一半），放於感覺靈敏的天平的一端，在其他一端鋪一張紙，並倒一些砂在紙上，使兩端平衡。把坩鍋移去，並加強熱（圖25，如無本生燈應改用噴燈加熱）至金屬發紅（燃燒）時爲止。

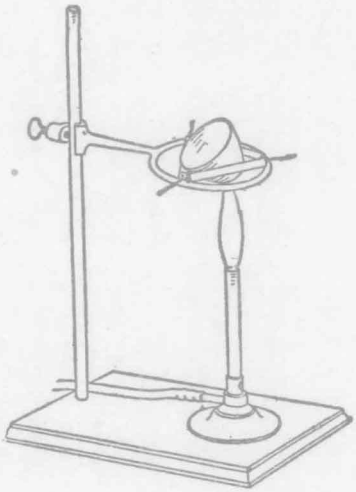


圖 25.

描寫金屬的變化，並述這變化是物理變化還是化學變化。……

……

……

……

……

……

……

2. 坩鍋冷却後，將它再放到天平上，與和原來坩鍋等重的砂的重量比較之。

金屬在空氣中加熱後，重量減輕呢？還是增加？

姓名.....日期.....

試驗 3. 金屬在空氣中加熱時從空氣中取得甚麽物質否?

用具 硬玻璃試管; 夾子; 細木條。

材料 紅色氧化汞[1]一克。

圖 26.

在清潔而乾燥的硬玻璃試管底上, 放入氧化汞一克。放入的方法很簡單,祇要把氧化汞放於一條摺過的狹長紙條的一端,小心把紙條插進試管,如圖26所示。再把試管斜放一些, 並輕輕的把紙條震動一下, 氧化汞卽落在試管的底上了, 現在, 慢慢的把紙條拿去, 使試管的邊緣仍舊非常清潔。將試管輕輕的震動, 並在手指間轉動。使氧化汞在試管下半部的底邊上鋪成一層。再用鐵架及夾子B, 將試管水平夾住(圖27)勿夾得太緊,以免試管破裂。然後用翅狀焰燈C將氧化汞慢慢加熱。如無翅狀焰燈, 可將酒精燈在試管下慢慢前後移動。

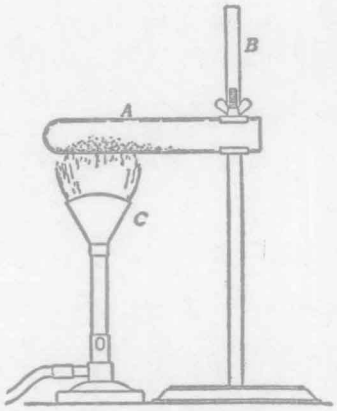


圖 27.

在加熱的時候, 不時以一燒紅的細木條插入試管中, 氧化汞如有氧發生, 卽能使燒紅的木條發火。

結果? .....

對組成這紅色化合物所需的元素, 有何結論? .....

.....

.....

.....

.....

.....

氧化汞所發生的, 是甚麽變化? .....

.....

.....

在這試驗中所用的紅色化合物, 有一種製造法, 是把汞放在空氣中, 用較汞沸點略低的溫度長時間的加熱。

---

[1] red oxide of mercury.

金屬（如汞）當在空氣中加熱的時候，在空氣中獲得的是甚麼？……

……

鎂和銅在空氣中加熱所生成的物質，每種都給它一個名詞。……

……

姓名.....日期.....

練習2. 氧

討論 要知道氧是甚麼，和氧化的關係怎樣，我們必須有一種方法，能很容易的把氧製出來。能夠製出氧的物質，自然，必是含有氧的，在實驗室的藥品中，如氧化物，氯酸化合物和酸類，其中都含有氧，不過都是和別的元素化合存在着。現在的問題，就是怎樣使化合着的氧成爲自由的，或未化合的狀態。

在實驗室中，製造純粹的氧的最快方法，是把氯酸化合物分解。

概要 練習完成之後，指出那些是可以發生氧的物質；說明爲何選擇某一種物質專爲製氧的原料；收集氧的方法的原理怎樣；氧與他種物質所發生的作用怎樣；再將儀器繪一圖，並說明之；一併作爲你的概要。圖要在儀器還未拆去的時候就繪，這樣可使你的說明正確和清楚。

理論是先導，實驗是決斷。 ——Rothoff——

姓名.....日期.....

試驗 4. 氧及氧化的研究

用具 硬玻璃試管，連同木塞及導氣管，如圖 28 所示（可應用基本試驗 3 中所配成的儀器）；25 c.c. 廣口瓶四個；10 cm. 見方的玻璃四方；集氣槽；燃燒匙；鑷子。

材料 氯酸鉀[1] 6 克；二氧化錳[2] 3 克；木條，硫黃，木炭各一小塊。

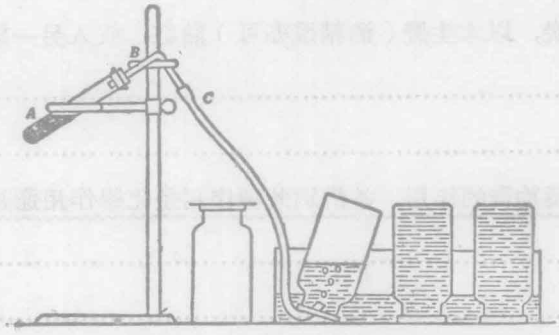


圖 28. 把氯酸鉀及二氧化錳的混合物加熱製氧所用的儀器

1. 把氯酸鉀及二氧化錳均勻混合於紙上。若原料中有雜質存在，則加熱時會有危險的爆炸發生；故應先取混合物的一小部分，約 0.5 克左右，放在試管中加熱試驗一下，若其中並無雜質，氧的發生必非常安靜；否則或會發生火星。

若原料中並無雜質，則將其餘的混合物亦放入硬玻璃試管中，加木塞，把儀器裝成如圖 28 所示，並將那些廣口瓶裝滿水，倒放於水槽的水中，然後將燈拿在手中，用小的火焰把混合物加熱起來。先將混合物的上部加一下熱，但火焰不可燒至管口，否則木塞會燒起來的。試管中的空氣因熱膨脹，故先有幾個空氣氣泡洩出，其後出來的才是氧。節制火焰的大小，勿使氧的發生過速。用 250 c.c. 廣口瓶，收集三瓶或四瓶的氣體。在移去燈火之前，應先除去木塞，以免水槽中的水吸回至試管中。盛滿了一瓶氣體後，以方玻璃放於集氣瓶口下，以手將玻璃對瓶口壓緊。把瓶從水中取出，並上向的（瓶口向上）放在桌上。瓶口仍須以玻璃蓋好。至於試管 A 和其中的物質，可放在一邊，以備試驗 5－H 之用。

說出氧的物理性質。.....

.....

2. 把燒紅的木條放入一瓶氣體中，隨即將木條取出。然後又吹去火焰，再伸入瓶中。

---

[1] potassium chlorate. [2] manganese dioxide.

結果？……

……

3. 放一些硫在燃燒匙中，用燈將硫加熱。把燃燒着的硫放入另一瓶氧中。（試驗後將燃着的硫放入水中，以熄滅硫的火焰）。

結果？……

……

4. 用鑷子夾一塊炭，以本生燈（酒精燈亦可）熱紅，放入另一瓶氧中。

結果？……

……

說出純氧對於燃燒物質的作用，並辨別此種作用是化學作用還是物理作用。……

……

……

物質在氧中燃燒，氧卽與物質化合，或參加於化合的進行中。那麼(1)此種變化（2）變化後的生成物，應各稱爲甚麼？……

……

……

5. 用第四瓶氧，由以上各試驗中任選一種重試一次。

姓名.....日期.....

試驗 5-II　試驗4中氧的來源

用具　燒杯；漏斗。

材料　試驗 4 的剩餘物；濾紙。

1. 將盛有剩餘物的試管加熱，到沒有氧發生時爲止。

在餘渣中有那二種化合物存在着？.....

.....

.....

2. 其中的一種化合物是能溶解於水的，還有一種則不能溶解。試想出一種把這二種化合物分開來的方法，並把你的方法實際試驗一次。（參閱試驗 4『過濾』）將濾下來的液體靜放一天，使它發生結晶。並把發生出來的結晶和氯化鉀的結晶比較一下。

製氧所用的原料中，那一種似未曾變化？.....

.....

.....

氧是從那裏來的？.....

.....

姓名.....日期.....

練習 3. 氫

討論 一切的酸，都是氫和其他元素化合而成的化合物，以某種金屬放入酸中，酸中的氫卽被金屬所置換，而自由的跑出來，你卽可依此方法製造氫。

概要 在你的概要中，繪一製造及收集氫的儀器圖（須說明）。說出氫的物理性質化學行爲。並說明是否一切酸與一切金屬均可作爲製氫的原料。和你的教師作此問題的討論。

敏銳而智慧的人，如果缺乏實驗的訓練，也是很容易錯誤的。 ——古爾拍特——

姓名.....日期.....

試驗 6. 用金屬置換酸中的氫

用具 廣口瓶四隻；如圖 29 的儀器；燒杯；玻璃片四塊；攪拌棒。

材料 硫酸銅溶液[1] 1 c.c.（R.S.）；木條或洋燭，鋅粒[2] 10 克；稀硫酸[3]（或以濃硫酸用下面指示的方法冲成稀硫酸）。

1. 依圖 29 裝一發生氫的儀器，D表示廣口瓶，導氣管B和C與製造氧時所用的相同。漏斗A的粗細必須和橡皮塞的孔適合，長度須足夠到達瓶的底部。然後將鋅粒 10 克放

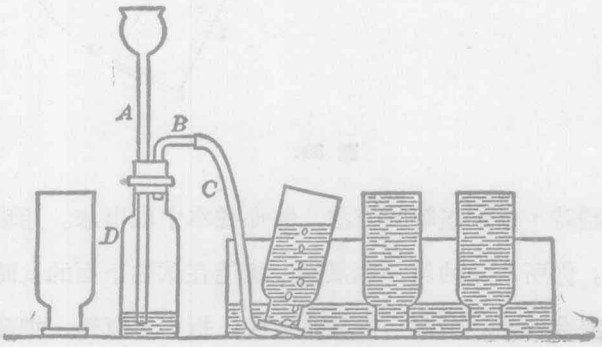


圖 29. 以硫酸加鋅製氫所用的儀器

在D中，因純粹的硫酸與鋅不會很快就發生作用；所以應先加幾滴硫酸銅溶液在鋅的上面，現在，從漏斗中倒一些水到瓶中，水不要太多，夠浸沒漏斗管下部已足。

注意 一切的火焰不要和發生器接近。

要證明儀器是否漏氣，可由導氣管C吹些空氣到瓶中，使瓶中的水壓到漏斗的頂端，並即速把橡皮管壓緊，或用舌緊緊抵住橡皮管的一端，使橡皮管完全封閉。假如儀器是不漏氣的話，那麼漏斗中的水是不會落下來的。

現在，照下面的方法配一些稀硫酸：取濃硫酸 15 c.c. 慢慢的倒入盛有 50 c.c. 水的燒杯中（每次數滴），酸加入水中，應不時用玻棒將水拌攪。應將硫酸倒入水中，切勿以水倒入硫酸中（硫酸與水混合，能發生大量的熱。假如不依此法混合，所發生的熱非常多，能使液體濺潑出來，這種熱的酸與皮膚接觸是非常危險的）。

等酸冷却後，由漏斗A倒一些酸到瓶中，酸和鋅接觸到的時候，氫即發生出來了。繼續加相當量的酸進去，使能繼續的發生氣體，但不要加得太多，以免作用太烈。如所加的酸已屬過多，則在練習終了時，可再加一些鋅粒至瓶中。用製氧時的排水置換法，收集

[1] copper sulfate solution. [2] granulated zinc. [3] dilute sulfuric acid

三瓶氣體。

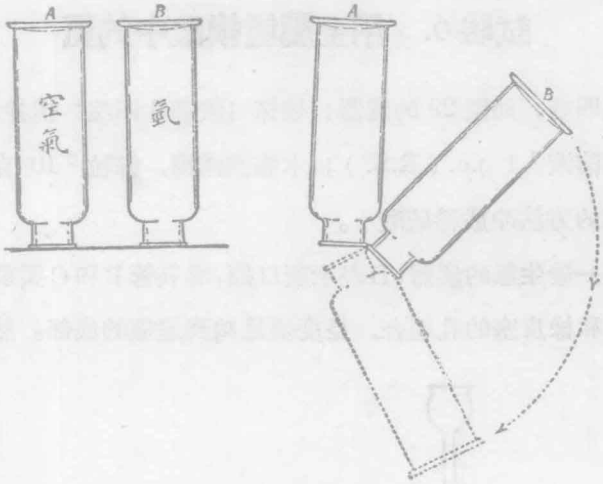


圖 30.

至瓶已盛滿氣體時，依製氧時的方法，將瓶從水中取出來。用玻璃蓋好瓶口，瓶口向下的倒放在桌上。你所取集的第一瓶氣體，祇能在試驗下面的 2 時應用，因爲這瓶是有發生器中的空氣混合着的。最後一瓶收集之後，拆去導氣管，把發生器放在一邊，但不得與火焰接近。其中的剩餘物，留作下一試驗應用。

2. 以第一瓶氣體口向上的放在桌上，把玻璃片移去三五秒鐘，使有較多的空氣走入瓶中，於是將一燃着的火柴投入瓶中。

結果？……

……

物理作用還是化學作用呢？……

3. 點燃你的燈，一手倒拿着一瓶空氣，另一手把一瓶氫從桌面上拿起來，二瓶並排拿着，如圖 30 所示。然後慢慢的把那瓶氫倒過來，使瓶口向上，並將二瓶的口彼此接住，好像你要從下面拋一些東西到上面那樣子。（圖 30）然後把二瓶的口分別放於火焰上。

結果？……

……

氫爲何能跑入上瓶？……

……

……

姓名.....日期.....

試驗6.（續）

.....

.....

4.將另一瓶氫拿起來(瓶口向下)，立刻將一燃着的洋燭或木片伸入瓶中（圖31）。

洋燭繼續燃燒否？.....

慢慢地將燭移出。

移出後洋燭又燃否？.....

重試數次並解釋。.....

.....

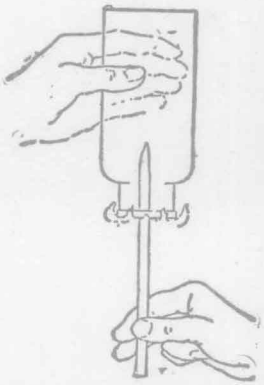


圖 31. 將燃着的木條伸入瓶中

.....

氫能幫助燃燒否？.....

將你的答案的理由說出來。.....

.....

.....

.....

氫在倒拿的瓶中（瓶口向下）爲何能保存得久一些？.....

.....

.....

氫是從分解發生器中那一物質而發生的？.....

.....

.....

另一種物質爲何不能發生氫？.....

.....

.....

試述氫的物理性質及化學行爲。.....

.....

.....

姓名.....日期.....

試驗 7－H. 剩餘物

用具 蒸發皿，漏斗。

材料 發生氫的瓶中的剩餘物；濾紙。

把發生器中的溶液過濾（參閱基本試驗 4）並蒸發（圖 24）。蒸發後剩下來的物質是硫酸鋅。

說出它的性質，並估計它的重量。.....

.....

.....

.....

姓名.....日期.....

練習 4.－D 還原及氧化

用具 氫發生器及玻管如圖 32 所示（A爲發生器，B爲盛有氯化鈣的乾燥管，C爲一直的玻璃管，D爲一硬玻璃試管）；燈；製氧用具（圖 38）（他種可燃氣體，均可替代氫）。

材料 氧化銅[1] 2 克，足夠塡滿乾燥管B的氯化鈣[2]；製氫用的稀硫酸；鋅 8 克；（試驗 6,1）；氯酸鉀 4 克，二氧化錳 2 克。

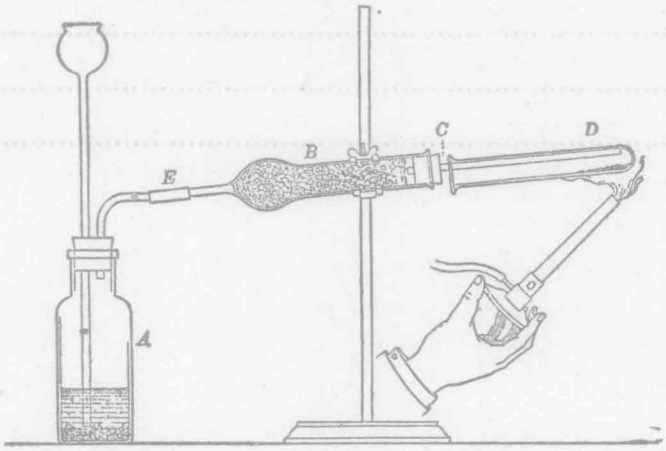


圖 32.

1. 把D管拿下來（圖 32），放氧化銅 2 克於其中，然後仍舊放回在圖中的地方。

現在，像試驗 6,1 的方法，在A中發生氫，等到瓶中所有的空氣完全驅完之後，用手巾或布將瓶包起來，並小心的將氧化銅加熱。不要使火焰與D管管口接近。注意試管較冷部分所凝成的水。

氧化銅有何變化發生？.....

.....

解釋.....

.....

.....

.....

B管中的氯化鈣有何用處？.....

---

[1] copper oxide. [2] calcium chloride.

.....

.....

2.將 A 瓶從 E 處拆下來，吹一些空氣到 B 中，使剩在 B 中的氫完全除去。把製氧（圖28）所用的儀器與 B 管接連，再將 C 與 D 接連。發生氧，並使氣體由 B 及 C 導至 D。同時將 D 中的剩餘物加熱。

記載並解釋所發生的變化。.....

.....

.....

.....

.....

.....

姓名……日期……

練習5－D. 氫的燃燒

用具 氫發生器及玻管，如圖33所示（A爲氫發生器，用橡皮管E與乾燥管B接連，〔B中盛有粒狀氯化鈣，二端用鬆棉花塞好〕；C爲玻璃管，氫由C噴出），氫氧吹管，噴燈，燒杯。

材料 足夠填滿B管（圖33）的氯化鈣；棉花；鋅8克；硫酸銅溶液（R.S.）；發生氫所用的稀硫酸（閱練習3）；炭一小塊；木條；細鉛絲 10 cm.。

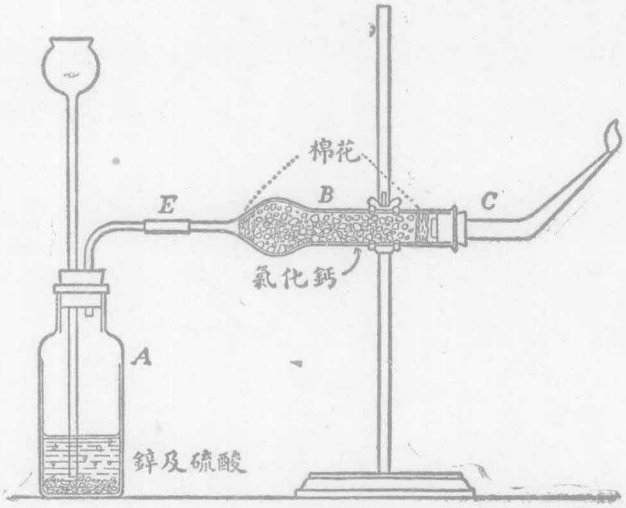


圖 33.

1.將鋅6克或8克放入發生器中，加硫酸銅溶液數滴，加水，使鋅浸沒；再依試驗6.1那樣的方法，將稀硫酸加下去。套一段橡皮管在C管上，並以試管在水中收集所發生出來的氣體，用火焰試驗，看它是不是純粹的氫。當瓶中所有的空氣完全驅去之後，用布將發生器仔細包好。於是，小心的將經C管出來的氫體點燃。這火焰是差不多看不見的，可是溫度非常高。拿各種不同的東西，如木片，木炭，細鉛絲等，測驗火焰的溫度。

最後，拿一冷而乾燥的燒杯，放在火焰的上面。注意燒杯邊上所凝成的霧狀液體。

解釋……

……

……

……

氫爲何須經過B管？

2. 觀察氫氧吹管的構造，並與實驗室中所用的噴燈比較之。

繪一圖，表示噴燈的橫斷面。

噴燈圖

姓名.....日期.....

練習6. 水

討論 把一種化合物分解（化學變化），再辨明分解出來的各種元素各是甚麼，就可以知道這化合物的成分。發生化學變化所需要的能力，或是熱，或是光，或是電，在試驗 8，使水分解而成二種元素的能力是電。有些化學變化的發生，並不需要外加的能力，像鈉和水的作用就是這樣（試驗 9）。

概要 在時間許可之下，這練習中的試驗，應做得愈多愈好，但試驗 8 和 9 是一定要做的。做完之後，把試驗 8 的末尾所要你繪的圖，當做你概要的一部分，繪好繳來，同時再說明怎樣試驗化合物的成分；及水和金屬（如鈉）互相接觸後的生成物是甚麼；此時所應用的能力是甚麼能。

拉瓦節是近代化學的鼻祖，後來被人陷害，爲法國革命政府所殺。臨刑時，他還因某項試驗工作未曾完成，要求緩刑二星期。

姓名……日期……

試驗 8. 水的電解

用具 電解器（圖 34）；30 cm. 長的絕緣電線二條，大燒杯；粗細長短相等的試驗管二支；乾電池五個，用其他方法發生直流電亦可。

材料 稀硫酸。

1. 適用的電解器或可由學校購備，或可依下面的方法自己製造。

拿一隻容量約 500 c.c. 的廣口瓶，用一條在酒精中浸過的洋燭芯（無洋燭芯則用一條粗的紗線亦可）束在瓶的中部。把酒精燒起來，燒了半分鐘左右，把這瓶整個的放入水中，瓶便在酒精燃燒過的地方破裂了。用銼刀把那粗糙的裂口銼光一些。配一個二孔的橡皮塞，塞住瓶口。

依下面的方法，做二個白金極，拿二條 3 cm. 長的白金絲和二條長約 15 cm. 的銅絲連接起來。（銲接或互相繞住均可）再將長約 7 cm. 的玻璃管二條套在這二條線上，這樣便做成二個電極。把這電極的玻璃部分插在瓶塞的孔中，再將白金絲繞在鉛筆的削尖部分，使它做成一個圈形。

融化一些蠟，倒進瓶中，蓋住銅絲與白金線的連接部分，這樣可以防免連接部分的破折。

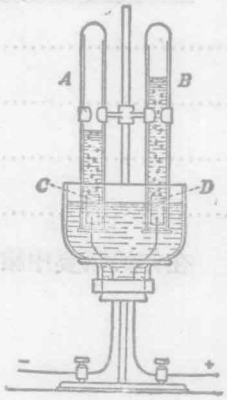


圖 34.

盛一燒杯的水，加稀硫酸 5 c.c.，拌勻，這樣配成的溶液，即可使電通過，以此溶液盛滿二試管，並將其餘的溶液，倒於電解器中。把試管倒放，並罩在電解器白金極的尖端。（圖 34）

用 6 弗到 8 弗的電流通到水中。電通過後，氣體便慢慢的在二管中聚集起來了。繼續的電解，等到較少一些的那管氣體，容積約爲 5 c.c. 時才停止，發生容積較少的氣體的電極（正電極）稱爲陽極（D）；還有那個稱爲陰極。

比較二種氣體的容積。……

……

2. 用大拇指按住那個盛有較多的氣體的試管口，把試管從儀器中移出來。注意，不要使任何氣體或水逃出管外，把試管倒過來，用燒着的火柴來試驗管中的氣體。

結果？此氣的名稱……

.....

.....

3. 用同樣的方法，把還有那個試管移出來。用燒紅的細木條來試驗管中的氣體。結果？此氣的名稱.....

.....

.....

在化學變化的時候，水中的硫酸並沒有消失，那麼現在，你對於水的成分，學到了些甚麼呢？.....

.....

.....

點金術家以爲水是元素，證明他們是錯誤的。.....

.....

.....

.....

.....

在你的概要中繪一圖，表示陰極與陽極，氣體的名稱及比較的容量。

姓名.....日期.....

試驗 9. 金屬和水的作用

用具 試管；蒸發皿；鉛箔（其他包食品的金屬箔亦可），或黃銅的有柄鈉夾；鑷子。

材料 鈉[1]；氫氧化鈉[2]；紅色石蕊試紙[3]；白金絲或玻璃棒。

注意 鈉須用鑷子拿取，不能用手。鈉和水的作用是非常劇烈的，所以平時應浸在火油中。

1. 取一試管，裝滿水，把它倒放在蒸發皿或集氣槽的水中，並用夾子將它垂直的夾緊（圖35A）。用鉛箔鬆鬆的包一塊像小的豌豆那麼大的鈉（注意：此時你的手和鑷子

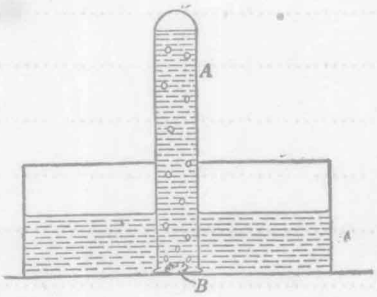


圖 35.

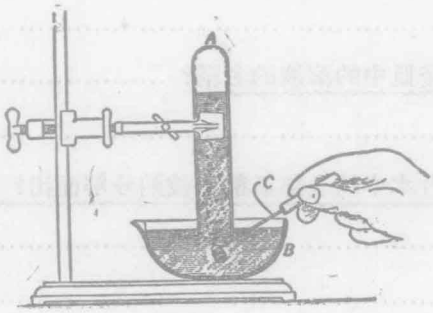


圖 36.

都要非常乾燥，不可有水附着），再用尖的針在鉛箔上釘幾個孔，然後用鑷子把它放在試管口下。（圖35B）當化學作用開始的時候，人應該站得稍遠一些，因爲有時會發生一種輕微的爆炸的。假如用鈉夾的話，可把鈉先用鋏緊緊的夾住，再把它放到試管的口下。鈉鋏應稍斜一些，使氣體慢慢的發生（圖36）。鈉與水的作用完畢以後，用你的拇指按住管口，把試管倒過來，移去拇指，並立刻把試管口放在火焰的上面。

結果？此氣的名稱.....

.....

.....

鈉是一種元素，那麼這種氣體是因何種物質的分解而發生的呢？.....

.....

2. 拿一條紅色石蕊試紙，放入 5c. c. 的氫氧化鈉溶液中；再拿一條，放入蒸發皿中

[1] sodium. [2] sodium hydroxide. [3] red litmus paper.

的水裏。

比較並說明其結果。……

……

……

……

3. 用一條白金絲（若在火焰中放得不太久的話，玻璃棒也可以用的），沾一些蒸發皿中的水，並放在本生燈（或酒精燈）的火焰中燒一下，然後再沾一些氫氧化鈉溶液，照樣重做一次。

比較並說明火焰的顏色。……

……

……

……

蒸發皿中的溶液的名稱？……

……

是否水中的全部氫都已被鈉分解而出？解釋。……

……

……

……

……

……

水加鈉得……加……

姓名……日期……

試驗 10－H. 水的蒸餾

用具 250－ c.c. 燒瓶；鐵絲網；利比喜氏冷凝管，[1] 如圖 37 所示，或用圖 38 所示的儀器亦可，表面玻璃；玻璃棒。

1. 把利比喜氏冷凝管與 250－ c.c. 燒瓶A，像圖 37 那樣連接起來。燒瓶放在鐵架的鐵絲網上。用橡皮管把C與水管連接，使冷水在冷凝管的外管中流過，從D管流出。

冷水從C管通入爲何較從D管通入爲優？……

……

……

……

……

2. 在燒瓶中，盛四分之一的自來水或井水，把水燒沸，至受瓶E中，已聚有 25 c.c. 左右的水時爲止。假如沒有冷凝管，則如圖 38 的儀器亦可應用，在此圖中，水蒸氣從燒瓶A中出來，經過C而導入試管B中，B是放在玻杯或玻瓶D中的冰水裏的。

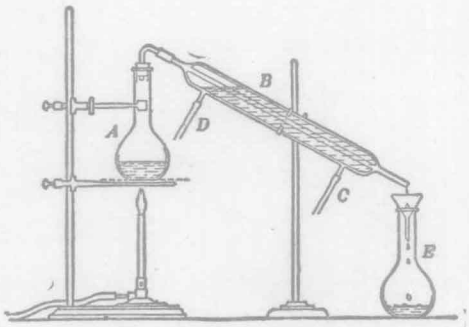


圖 37. 實驗室中水的蒸餾

比較蒸餾出來的水（蒸餾水）和井水的外表及味。……

……

……

……

3. 滴四五滴蒸餾水在一隻清潔的表面玻璃上，把表面玻璃放在離火焰的尖端約 10 或15 cm. 的地方蒸發。

有剩餘的東西嗎？……

……

用井水試驗。

有剩餘的東西嗎？……

……

[1] Liebig condenser.

在試驗室中爲何常用蒸餾水？……

……

……

……

……

用一些泥水來蒸餾一次。

結果？……

……

……

……

……

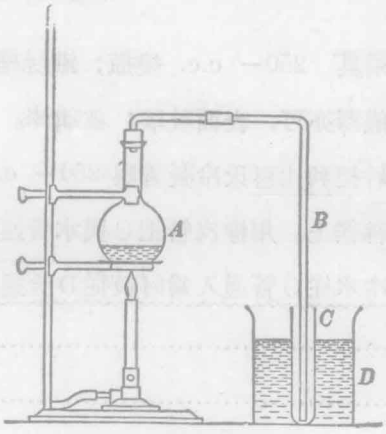


圖 38. 蒸餾水的簡易法

姓名……日期……

試驗 11－H. 分液蒸餾

用具 蒸餾器；玻璃棒；蒸發皿。

材料 酒精[1] 10 c.c.。

1. 將玻璃棒沾一些酒精，立刻放到火焰中。

酒精燃燒嗎？……

……

2. 蒸餾（參閱圖 37 或 38）酒精 10 c.c.（沸點 78.5）和水 30 c.c. 的混合物，將最初蒸發出來的 2 c.c. 盛於蒸發皿中，用火燒之。後來每次所蒸出來的，都照樣試驗。

是否每次燃燒的情形都是一樣？……

……

……

蒸餾後，這混合液是否分成了二種液體？……

……

……

此方法，即所謂分液蒸餾（分餾）Fractional Disttilation

---

[1] alcohol.

姓名……日期……

練習7. 溶液

討論 固體放入液體中，固體或慢慢的消失，均勻的分佈於液體中，而成爲一種溶液；或仍舊可看得見的成爲一種懸浮體，最後又分爲固體和液體二部分。渾濁的水卽是懸浮體的一例。

概要 你把最後的試驗做完之後，在概要中寫一篇短文，講明溶液，懸浮體，溶質，溶媒，及飽和溶液的意義。並說出幫助溶解的各種方法。

未曾觀察現象，不能成立學說。 ——波義耳——

姓名……日期……

試驗 12. 將物質(溶質)溶於水(溶媒)中

用具 試管；漏斗及濾紙；溫度表；大燒杯；試管架。

材料 高錳酸鉀[1]結晶二塊；食鹽[2]（氯化鈉）12 克；硝石[3]（硝酸鉀）60 克。

1. 裝二試管的水，插於試管架上，並各加高錳酸鉀結晶一塊。將一試管中的水不時震動，或不時用玻璃棒拌攪。還有一個試管，則一動也不要動它，一直靜放到下課。

說出幫助溶解的一種方法。……

……

……

2. 倒 25 c.c. 的水在一大試管中。稱細食鹽 12 克，分成四堆，每堆約重 3 克左右。將食鹽加於水中，每一次加一堆，等到第一堆完全溶解（看不見）之後，再加第二堆。震動或拌攪這液體。當沒有更多的鹽可以再溶解的時候，這溶液便在當時的溫度之下飽和了。把當時的液體溫度記下來。（閱 56 頁的表）。如所加的鹽過多，則把未溶解的濾去。

把在這溫度之下，使水飽和所需要的食鹽的克數估計出來，並記載於表中（閱 56 頁的表）。

爲何要把試管震搖？……

……

……

……

3. 稱 60 克的硝石，分成四堆，每堆約重 15 克。照第二節的方法，使它慢慢溶解入 25 c.c. 的水中。在室內溫度時，使水飽和所需的硝石量，比用食鹽使水飽和所需的量要少一些。現在像第二節那樣把溫度與重量記載下來（閱 56 頁的表）。

4. 把盛有食鹽及硝石二種飽和溶液的試管，放在盛有水的燒杯中；將燒杯中的水燒至沸點（參閱試驗 85－H，圖 64）。然後繼續把剩餘下來的各種溶質加到各該試管中，使溶液在水的沸點時成爲飽和。不要以爲溶質在此時都能溶解得較多一些，雖然這是可能的。也不要以爲二種溶質的溶解情形是相同的，雖然這也是可能的。拌勻，在溶質

---

[1] crystals of potassium permanganate. [2] common salt (sodium chloride). [3] salt peter (potassium nitrate).

未完全溶完之前，不要再加更多的進去。

估計在水沸騰時造成飽和溶液，所需各溶質的克數，並記載於下表。（閱表）

現在把二支試管再從燒杯中取出，使它慢慢的冷成室內溫度。

冷却後，所結晶出來的二種溶質的量是否相等？……

……

解釋。……

……

……

……

表

物質	溶解在25克水中（25 c.c.）的量	
	溫度	重量
氯化鈉	第2節……	……
	第4節……	……
硝酸鉀	第3節……	……
	第4節……	……

姓名……日期……

試驗 13－H. 過飽和

用具 溫度計；小燒瓶。

材料 布；低亞硫酸鈉 50 克。（即海波）[1]

1. 將低亞硫酸鈉 50 克及水 1 c.c. 盛於小燒瓶中，加熱，使溶質溶解。用布把瓶口包封，（用濾紙亦可）。不要再去碰動那瓶子，讓它冷却至室內溫度。這樣，你便做成了一種過飽和溶液了。

冷却後有結晶體形成否？……

……

2. 將封口的布除去，投一小塊低亞硫酸鈉結晶於瓶中，並拿一溫度計插入瓶中。

溶液結晶否？……

……

溫度變化否？……

……

解釋（參考教本，諮詢教師）……

……

……

……

……

完成下面的敍述。

當一種飽和溶液（例如，硝酸鉀）冷却時，結晶體……

……

過飽和溶液的結晶可用下法造成：……

……

[1] sodium hyposulfite (hypo).

姓名……日期……

試驗 14－H. 精確測定食鹽的溶解度

用具 燒杯；漏斗；溫度計；燒瓶或普通小口瓶（容量約 60 c.c. 稍大一些亦可）；蒸發皿及表面玻璃；三脚架（閱圖 39）；濾紙；量筒。

材料 食鹽 15 克。

將磨細的食鹽 15 克，放入 60－ c.c. 的瓶中，加水 40 c.c.，用力震搖，並靜放 10分鐘，嗣後每隔一二分鐘再震搖一次，使造成一種飽和溶液。量測溶液的溫度，並記載於 59 頁的表中。

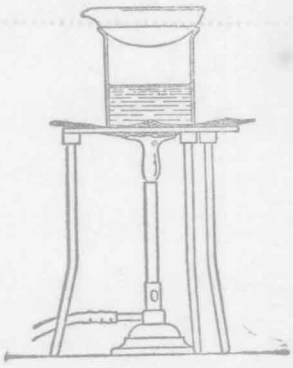


圖 39. 測定食鹽的溶解度

精細的將蒸發皿及表面玻璃的重量稱出來，（稱得的重量應有二位小數）並把重量記載在 59 頁的表中；將食鹽飽和溶液過濾，以濾下來的飽和溶液 20 c.c. 盛於蒸發皿中，再稱它的重量，並記載於表中，把表面玻璃取去，以蒸發皿放在盛有一半水的燒杯上，如圖 39 所示。燒水至沸騰，火焰不要太大，能使水保住慢慢沸騰卽可，至蒸發皿中的溶液蒸發完後，將蒸發皿拿下，移去燒杯，以蒸發皿直接放在鐵架上，並用表面玻璃蓋於蒸發皿上，直接用火加熱，但火焰不可太大，使火的尖端恰與皿底接觸卽可，繼續加熱，到皿中所有的水蒸氣已完全除去，表面玻璃的下部，並無蒸氣存在時爲止。

爲何用表面玻璃作蓋？……

……

……

……

……

現在，把燈移去，到蒸發皿冷至室內溫度時，再把蒸發皿及蒸發後的剩餘物，及蓋的重量稱出來，並記於表中。

從這樣記載下來的結果，將表中其餘的空白塡滿，並計算之。

表

（1）食鹽溶液的溫度。……g

（2）蒸發皿及蓋的重量。……g.

（3）蒸發皿，食鹽溶液，及蓋的重量。……g

（4）食鹽溶液的重量（2的重量減去3的重量）。……g.

（5）蒸發皿，蒸發後剩下的鹽，及蓋的重量。……g.

（6）溶液中水的重量，（蒸發後所減輕的重量）。……g.

（7）溶於水中的食鹽的重量（剩餘物）。……g.

（8）在食鹽溶液的溫度下，溶解於100克的水中所需要的食鹽量（計算）。……g.

（9）從教本103頁圖53中所推出的重量。……g.

比較你在試驗12,4中所得的結果。

若彼此並不符合，那一個較爲精確？……

……

姓名……日期……

練習 8. 碳及二氧化碳

討論 一隻金剛石的戒指，一支鉛筆，及你現在讀的那些黑字，很明顯的告訴你，自然加人工的幫助，能夠怎樣的改變一種元素的性質，並使它造成非常廣泛的種種用途。金剛石，石墨，及燈煙都是碳，雖然它們的性質是非常不同，但是我們能從它們的化學行爲，證明它們都是由同一種元素做成的，因爲它們都能燃燒，而成二氧化碳。

在這練習中，你們將研究幾種不同的碳，並學習它最普通的氧化物，二氧化碳。

概要 在你的概要中，說出碳及二氧化碳使你最感興趣的各物理性質及化學行爲，並將你所能夠寫出的化學方程式寫出來。

> 科學正像刻薄的主婦一般，就是對她十分忠誠的侍僕，也只不過給他一點物質上的報酬而已，但願你不要放棄你最初的意志纔好。
>
> ——德裴——

姓名……日期……

試驗 15. 碳的形態

用具 試管；硬玻璃試管；磁蒸發皿；250－ c.c. 燒瓶；漏斗；玻璃棒。

材料 炭粉1克，黑色氧化銅2克，白糖2克，骨炭[1]試管容量的四分之一；石蕊試液 1 c.c.（R. S.）；濾紙；石灰水[2] 1 c. c.（R. S.）。

1. 將1克或2克的白糖放在試管中，加熱，至不再發生變化時止。注意它所發生的變化。

描寫剩下來的物質的形態，並爲它想一名稱。……

……

……

……

……

2. 拿一冷的磁皿，放入本生燈的光亮火焰中。（無本生燈，可放在洋燭的光亮火焰中）。

結果？這是純粹的無定形碳……

……

……

碳還能成甚麼他種形態？……

……

……

3. 用一試管，盛四分之一的骨炭，將骨炭倒入一小燒瓶中，加水 50 c.c.，再加數滴石蕊試液或藍靛溶液於水中。將燒瓶中的物質均勻混合；再燒煮數分鐘，並過濾。如濾下來的液體尙未去色，可將這方法重做一次。

解釋骨碳爲何能去色，並找出工業上對於此性質的重要應用（參閱教本）……

……

……

……

在一研缽中，將黑色氧化銅二三克和同量的炭粉混合，將混合物移入硬玻璃試管中，

---

[1] bone black. [2] lime water.

並慢慢加熱。加熱後氧化銅卽還原成銅，氧卽與熱的炭化合而成二氧化碳，在試管中究竟有沒有二氧化碳生成，可用下面的方法試驗：取一玻棒，沾一些石灰水，慢慢的把棒伸入試管中（圖 40），使這一滴清潔的液體依舊掛在棒的一端，如試管中有二氧化碳存在，這一滴潔明的液體卽可變成混濁。

完成下面的方程式，並使左右相等：

$CuO+C\rightarrow$

熱的炭是一種甚麼劑？……

……

……

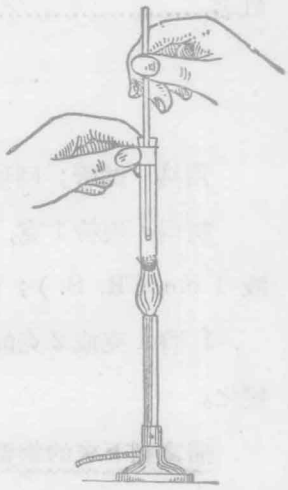


圖 40. 用石灰水一滴，鑑別二氧化碳。

姓名..... .....日期.....

試驗 16. 碳酸化合物和酸作用製二氧化碳

用具 製氫用過的儀器。

材料 大理石[1]（或石灰石[2]亦可）25 克；鹽酸[3]；石蕊試液 2 c.c.；石灰水（氫氧化鈣溶液）10c.c.（R. S.）；洋燭。

1. 把製氫時所用的儀器裝起來。將大理石約25克與水 10 c.c. 放於瓶中，並加適當量的鹽酸，使慢慢的發生氣體，用排水法收集三瓶氣體。瓶中的剩餘物，則留到試驗17－日時應用。

2. 取一空廣口瓶，用一鐵絲，將一向上燃燒着的洋燭伸入瓶中。再拿一瓶二氧化碳，像倒水那樣的，倒入這瓶中。

此試驗可表示二氧化碳的那二種性質？.....

.....

.....

.....

3. 將石灰水約 10 c.c. 倒入一瓶二氧化碳中。用手掌將瓶口按住震搖。

說出石灰水的變化。.....

.....

.....

.....

此作用的一種生成物是水，試寫出此作用的化學方程式，及其他生成物的名稱。...

.....

.....

.....

4. 取一試管的水，倒入所收集的第三瓶氣體中，用手掌將瓶口按住，震搖，然後加一些藍色石蕊試液進去。

結果？.....

.....

一種和水結合後能成酸或鹽基的氧化物稱爲酐（anhydride）（詢問你的教師）二

---

[1] marble. [2] lime stone. [3] hydrochloric acid.

氧化碳是酐嗎？假如是，那麼是何種酐？……

……

……

……

5. 設計並實行一種簡單的試驗，證明（1）二氧化碳是呼吸的生成物；（2）二氧化碳是普通燃燒的生成物。用圖說明之。

姓名.....日期.....

試驗17－H. 剩餘物

用具 蒸發皿；漏斗及濾紙；白金絲。

材料 硝酸銀[1]溶液三四滴（R. S.）。

將發生器中的液體濾入一蒸發皿中，用火蒸發之，當剩餘物蒸成糊狀的時候，使它冷却，並稍加一些水，再蒸發一下。假如在發生器中早已有結晶體形成，蒸發手續卽可省略。將一些結晶體或一些蒸發後所得到的固體，溶解在蒸餾水中，試驗此種固體是否氯化物，（閱練習 11，試驗 25）。

結果？.....

.....

.....

試驗剩餘物是否鈣的化合物，可將一清潔並略濕的白金絲，沾一些固體，放入本生燈（或酒精燈）火焰中，固體中如有鈣存在，火焰的顏色卽成黃紅色。

結果？.....

.....

剩餘物的名稱.....

.....

寫一方程式，表示碳酸鈣及鹽酸間的作用.....

.....

爲何一切的普通酸都能在試驗室法中作爲製造二氧化碳之用？.....

.....

.....

.....

.....

---

[1] silver nitrate.

姓名.....日期.....

練習 9. 測定化合物分子式的實驗方法

討論 要測求一種化合物的百分組成，可先將那化合物分析，再將分析出來的各元素，或各組元素，以百分數表之。

其次，將那些百分組成以各該元素的原子量除之，除得的結果，即此化合物最簡單的化學式。例如：下面的數目是試驗所得的結果：H 11.11%；O 88.88%，以各該元素的原子量除之；H，11.11÷1=11.11；O，88.88÷16=5.55.11.11 比 5.55 即等於 2:1；故分子式即爲 H_2O。

概要 在此練習中選一化合物，說明（1）由試驗，你能找到關於這化合物的什麼？和（2）測定它的分子式之前，應先知道些甚麼事實？

柏齊利阿斯（Berzelius）試驗各種元素的原子量，繼續不斷的試驗了十多年。

姓名.....日期.....

試驗 18. 氯化鋇結晶中水的百分數

用具 化學天平及法碼；蒸發皿。

材料 氯化鋇結晶 5 克左右。[1]

把蒸發皿的重量稱出來，連同下面的結果，一併記載在表中。放半茶匙的氯化鋇結晶在蒸發皿中，再把蒸發皿及氯化鋇的重量稱一下（參閱基本試驗 1）。將蒸發皿放在鐵架上的鐵絲網上，加熱五分鐘，冷却，稱它的重量。再加熱，再冷却，再稱它的重量，等到它的重量成爲常數時爲止。加熱時如用一冷而清潔的燒杯，倒放在結晶體的上面，則結晶體裏的水，有否完全跑出來，卽可更易明白。把無水氯化鋇的重量找出來，並由此算出結晶的氯化鋇中水的百分數。

表

(1) 蒸發皿重量 .....g.

(2) 皿及結晶的重量 .....g.

(3) 結晶的重量 .....g.

(4) 加熱後皿及結晶的重 .....
- (1) .....g.
- (2) .....g.
- (3) .....g.
- (4) .....g.

(5) 結晶體中水的重量（2 與 4 之差） .....g.

(6) 結晶體中水的百分數 .....%

(7) 無水氯化鋇百分數 .....%

(8) 一分子的結晶氯化鋇中所存在的水的分子數，（可依下法計算：x 等於在一分子的結晶氯化鋇中水的分子數）。

$$\frac{\text{無水氯化鋇百分數 } BaCl_2}{\text{一分子 } BaCl_2 \text{ 的重量} 208} = \frac{\text{水 } H_2O \text{ 的百分數}}{18\ x}$$

[1] barium chloride.

姓名……日期……

試驗 19－H. 測定氧化銅的分子式

用具 如圖 41 所示（此圖與圖 32 相似，但圖32中的C管須加長；硬玻璃試管D須用一二孔橡皮塞塞住，並裝玻璃，管二條整個儀器須完全不漏氣才好）；翅狀燈。

材料 黑色細粉氧化銅四五克；製氫用的鋅與硫酸，（與練習 3 試驗 6 相同）。

將硬玻璃試管D（圖 41）洗淨並乾燥；稱出它的重量（須稱至 0.01 g.）並記載於

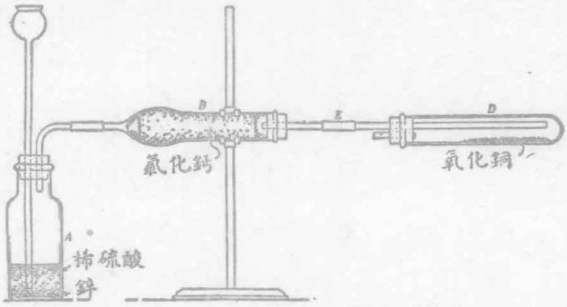


圖 41. 測定氧化銅分子式所用的儀器

73 頁的表上。將四克或五克的細粉氧化銅放入D管中（參閱圖 26 的方法），再稱，將重量記載於表中。然後將試管D水平的拿着，前後轉動，使氧化銅在試管的下半部，鋪成如圖 41 所示的一層。然後將木塞塞入，留心勿使氧化銅與通過木塞的玻璃管相接觸。

現在，照練習 5－D的方法，在A中把氫發生出來。當全部儀器中所有的空氣都已驅出之後（用練習 5－D的方法試驗），用翅狀燈將氧化銅慢慢加熱，但勿使火焰與玻管接觸。隨時加些酸到A中去，使氫繼續發生，並繼續和緩加熱；同時把燈移動，使氧化銅的各部分均勻受熱，直到黑色的氧化銅全部還原而成黃紅色的金屬銅時爲止。假如D管的口邊有水凝成着，那末可將D管的有水部分加熱，使那些水完全成爲蒸氣，從短玻璃管通到試管外。氧化銅完全還原後，將儀器放置一下，並仍以少量的氫流入，至D管及管內的物質冷至室內溫度時，再將D管拆下。將試管垂直拿數分鐘，使管裏的氫完全以空氣置換，因爲在試驗開始的時候，管內有的也是空氣。然後將D管及管內物質的重量稱出來，記載於下表，以此表的結果計算氧化銅的分子式。

表

（1）D管的重量……g.

（2）D管和氧化銅的重量……g.

（3）氧化銅的重量（1與2之差）……g.

（4）加熱後D管及剩餘物（銅）的重量……g.

（5）剩下在管中的銅的重（1與4之差）……g.

（6）氧化銅中銅的百分數，用下式計算之：$\frac{\text{剩下的銅重}}{\text{氧化銅的重量}}\times 10$）……%

（7）氧化銅中氧的百分數（100%—氧化物中銅的百分數）……%

（8）最簡單的分子式〔從百分組成算出（參閱練習9的討論）〕……

姓名.....日期.....

試驗 19－H.（續）

計　算

姓名.....日期.....

試驗 20－H. 測定鎂的(1)原子價(2)化合量(卽化學當量)

用具 如圖42所示的儀器（詳細的說明可閱下面第一節）；量筒（250 c.c. 或 500 c.c.）；塞E瓶所用的木塞；溫度計；燒杯。

材料 鎂帶[1] 2 克；鋁片[2] 1.5 克；稀鹽酸（加 20 c.c. 的酸入 20 c.c. 的水中）；稀硫酸（加 5 c.c. 的濃酸入 30 c.c. 的水中）。

討論 這一個試驗，可以告訴你如何測定一定量的金屬與酸作用所發生的氫的容量及重量。應用求得的結果，又可依下面的方法計算金屬的原子價。已經從實驗求得被某一重量的金屬所置換出來的氫的重量之後，卽可算出用1克原子量的那種金屬，可置換出若干重量的氫。用1克原子量的金屬所置換出來的氫的重量，必是氫的克原子量的一倍二倍或三倍，如所發生的氫的重量，爲氫克原子量的一倍，則此金屬的原子價必爲一，如爲二倍，則原子價爲二，如爲三倍，則原子價爲三；所以如把一克原子量的金屬所置換出來的氫，用氫的克原子量，卽 1.008，除之，所得商數，必近於整數，這個整數卽等於金屬的原子價。

在這試驗中，許多金屬和酸都可應用，但是最方便的，是用鎂及鹽酸。又，鎂溶於稀硫酸中的速度，與溶於鹽酸中的速度差不多的，所以最好有一部分學生用稀硫酸試驗，另一部分學生用鹽酸試驗，如此，可將各人所得的結果比較一下。

1.被鎂置換出來的氫的容積；鎂的原子價。 將儀器像 42 圖那樣的裝置起來。A表示一廣口瓶，容積約 150 c.c.。以一短的橡皮管，將漏斗 B和一玻璃管接連，再用一螺絲夾C，將橡皮管夾住，B的下部，則略伸入瓶中。E是一普通 5 品特（pint）的盛酸瓶。導氣管F的一端，必須通入E瓶的裏面，如圖所示，這樣，試驗完畢之後；導氣管可露出在E中水面之上。此儀器須全不漏氣的；所以A瓶需要一個好的塞子。

其次，稱1.8克左右的清潔鎂條，（預先用砂紙或小刀將它的表面擦亮），須精細的稱至 0.01 克，稱得的重量，記載於 79 頁的表中。將鎂放於A瓶中；用水 10 c.c. 浸沒。用螺絲夾C，將橡皮管夾緊，以稀鹽酸盛於漏斗 B中，放一燒杯於D管下，放開夾子，使酸流入燒杯中，至C管及D管完全被酸盛滿時，再把夾子夾緊。現在，將塞子緊緊塞住A瓶，再將E瓶完全盛滿水，倒放於水漕G中，再將導氣管伸入E瓶中，如圖

[1] magnesium ribbon. [2] alumium turnings.

所示。現在，將夾子稍爲放開，使有數滴的酸落入A瓶中，氫是發生出來了，經過導管

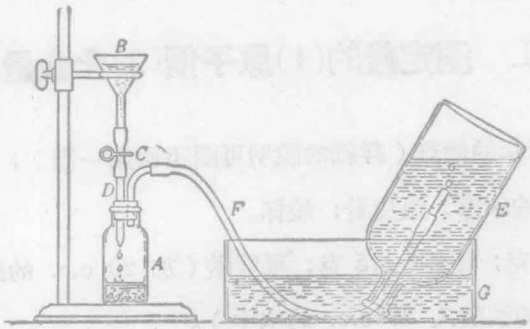


圖 42. 測定金屬與酸作用所發生的氣體容積法

F，收集於E瓶之中，不時的加數滴酸進去，使足夠慢慢的發生氫。注意，漏斗中至少須有一半量的酸盛着，這樣才不致有空氣被酸帶入A瓶中。繼續的進行下去，等到瓶中所有的金屬，都溶解於酸中之後，於是停止加酸，並使A瓶及瓶中的物質冷却至室內溫度（因酸與金屬的作用，可增加溫度），假如在開始試驗的時候，將A瓶放在一杯冷水中，即可節省不少的時間，因爲這樣可使溫度降低。最後將F管從E瓶中移出來。

現在，將E瓶昇高或降低，使瓶內外的水面一樣高低。但是要小心，移動E瓶的時候，瓶口須常在水面之下。將瓶在內外水面相齊的地位提着，用一好的塞子，將瓶緊緊的塞住，迅速的把瓶取出，並向上的放在桌上。再用量筒量些水倒入瓶中，倒滿，以測量瓶中氣體的容積，把測得的容積記載在 79 頁的表中，同時將A瓶中液體的容積也量出來，也記載於表中。最後根據此表計算一下。

姓名……日期……

試驗 20－H.（續）

表

（1）鎂的重量……g.

（2）E瓶中所收集的氣體的容積……c.c.

（3）試驗終了時A瓶中液體的容積……c.c.

（4）在試驗室狀況下所測定的氫的總容積（2的容積與3的容積之差再減 10 c.c. 那是在試驗開始時A瓶中水的容積）……c.c.

（5）試驗室的溫度……

（6）氣壓表上讀得的氣壓……m.m.

（7）在標準狀況下，氫應有的容積（應用教本附錄C中的方程式計算，應用 4,5 及6的結果）……c.c.

（8）此容積的氫的重量（在標準狀況下1升氫＝0.08987 克）……g

（9）用1克原子量的鎂（即 24.32 克）所發生的氫的重量，可計算如下：

鎂的重量：所發生的氫的重量＝24.32：x……g.

（10）鎂的原子價，可依下式計算：

$$\text{mg.之原子價}=\frac{24.32\text{ 克 mg.所發生的H的重量}}{1.008}$$ ……

2.一種元素的化合量，即是與1克的氫相化合或置換所需的重量。

$$\text{Mg 的化合量}=\frac{\text{Mg 的重量（1）}}{\text{氫的重量（8）}}$$

從這方程式計算鎂的化合量

姓名……日期……

試驗 21－H. 氯酸鉀中氧的百分數；22.4 升氧的重量

用具 如圖 43 所示的儀器（A.B.C. 係製氧時所用的儀器，〔圖 28〕但玻管及塞子等須裝置得完全不漏氣的，這樣，試管中所發生的氣體，才祇能從導氣管 C 逃逸出來。D 爲普通 5 品特（pint）的盛酸瓶，須完全以水盛滿，倒放於水漕中）；塞 D 瓶用的木塞；磁坩鍋；鐵絲（10 cm. 或 12 cm. 長）；量筒。

材料 二氧化錳粉 3 克；氯酸鉀 7 克。

討論 氣體元素或氣體化合物的分子量，可測定 22.4 升的此氣體的重量而求得之。因爲直接稱氣體的重量，是不大容易的事，所以最好能想出一種避免直接稱的方法。在氧的情形，可選一種加熱後卽能發生氧的固體氧化物(如氯酸鉀)，這化合物加熱前後重量之差，卽是所發生的氧的重量。同時將發生出來的氧收集起來，並測定它的容積，這樣便可測得一定重量的氧的容積。從這結果，卽可算出 22.4 升的氧的重量，方法如下；

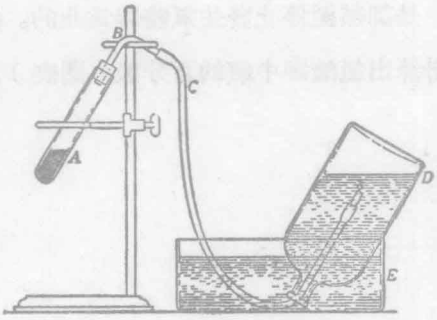


圖 43. 測定一定量的氧的容積

1.**製造氧** 放二氧化錳細粉三克在磁坩鍋中，用本生燈（酒精燈亦可）強熱五分鐘，用一清潔的鐵絲不時攪拌；隨後將火焰移開，使二氧化錳冷却。

將你的硬試管澈底洗淨並乾燥（圖 43 A），再把它的重量稱出來，須精細的稱至 0.01 g. 將所得的重量記載於 83 頁的表中。然後再稱 6 g. 到 7 g. 的氯酸鉀，放入試管中（圖26），不要使氯酸鉀附着在試管的邊上。將試管及其中物質的重量稱出來（稱至 0.01 g.）並記載於表中，再將坩鍋中的二氧化錳放入，再稱，並將結果記載於表中。慢慢的把試管轉動。並用手掌輕輕的拍它。使二種化合物在試管的底部，均勻混合。把玻管照 43 圖那樣的連接起來，並將導氣管安排好，使發生出來的全部氣體，能收集於 D 瓶中，D 瓶應該完全盛滿着水的。用手拿着那隻燈，將混合物慢慢加熱，氧卽發生出來，並收集於瓶中。節制燈的火焰，使發生出來的氣泡數目，能很清楚的數出來。繼續加熱，到沒有更多的氣體發生時爲止，將木塞拆去，並小心的把試管放在一邊，使冷却。

移動盛有氧的瓶，使瓶內水面與瓶外水面一樣平。（或須加一些水到水漕中）於是

在相平的地位把瓶提着，用塞子緊塞瓶口，並迅速移出水面，口向上的放在桌上，然後，將水漕中水的溫度及室中的氣壓記在表中。假如時間不夠，那麼盛有氧（及水）的瓶，與製造氧的試管A，可保存着，候下次繼續試驗。

2.測定22.4升氧的重量　將製氧的試管及剩餘物的重量稱出來，稱至0.01克。並將其重量記於表中，試管及氯酸鉀加熱後所失去的重量，即所發生的氧的重量。現在用量筒將水量倒入瓶中，以測計所發生的氧的容積，把測得的容積記下來。但這容積是在實驗室狀況下的容積，把它改算至標準狀況應有的容積，並將結果記入表中。現在你已知道一定量的氧，在標準狀況下所占的容積了。從這結果再算出標準狀況下1升氧的重量，再從這，算出22.4升氧的重量，將各重量記載於表中。

3.計算氯酸鉀中氧的百分數　在此試驗中，所有的氧都是從氯酸鉀中出來的。並且，假如這試驗是依照所講的方法做下去的，則氯酸鉀中所有的氧必能完全跑出來，因爲這混合物，是加熱至停止發生氣體時爲止的。從所取的氯酸鉀的重量，及發生出來的氧的重量，計算出氯酸鉀中氧的百分數（閱表）。將你的結果記於表中。

姓名.....日期.....

試驗 21－H.（續）

表

（1）試管A的重量.....g.

（2）試管及氯酸鉀的重量.....g.

（3）氯酸鉀的重量（等於1及2的重量之差）.....g.

（4）試管加氯酸鉀及二氧化錳的重量.....g.

（5）加熱後試管及剩餘物的重量.....g.

（6）發生出來的氧的重量（即加熱後試管及盛物所失去的重量）.....g.

（7）集氣槽中水的溫度.....o.

（8）氣壓.....mm.

（9）D瓶中氧的容積.....c.c.

（10）此氣在標準狀況下的容積（計算）.....c.c.

（11）在標準狀況下1升氧的重量（計算）.....g.

（12）在標準狀況下 22.4 升氧的重量（計算）（表示 22.4 升氧的重的數目，與表示此氣的分子量的數目是同的）.....g.

（13）氯酸鉀中氧的百分數（應用下式計算）

$$\frac{\text{發生出來的氧的重量}\times 100}{\text{所用的氯酸鉀的重量}}=\left\{\begin{array}{l}\text{氯酸鉀中氧的}\\ \text{百分數}\end{array}\right.\ldots\ldots\%$$

	理論	試驗所得的結果	全級中各結果的平均數
氧的分子量	32		
氯酸鉀中氧的百分數	39.2		

試驗結果如有錯誤，則錯誤的原因何在？.....

.....

.....

姓名……日期……

練習 10. 氯

討論 想在試驗室中，製造相當量的氯，以作研究之用，應先選擇一種氯的化合物，在這化合物中和氯化合着的其他元素，應能極易與氯分離。鹽酸，就是適合這個條件的一種化合物。因爲我們可以使酸中的氫與氧化合而除去它，同時讓氯成爲自由單獨的狀態。

概要 在你的概要中，說出爲何選擇鹽酸及二氧化錳，作爲製氯的原料。研究氯之後，你對於燃燒的理論，有什麼新的意見，并說出氯最特殊的物理性質及最重要的化學作用。

> 我一生中有二年的時間是這樣化費掉的：非常富於言論和思想，而非常窮於試驗知識和眞正研究
>
> ——利比喜——

姓名.....日期.....

試驗 22. 鹽酸的氧化

用具 所用的儀器如圖 44 所示（A是一250 c.c. 的燒瓶，B和C是廣口集氣瓶；B 中盛有濃硫酸）；又乾燥的廣口瓶三隻；玻璃片數塊（假如有把握的話，B 可省去的）。

材料 二氧化錳 25 克；鹽酸；濃硫酸；銻粉[1]或鋅粉少量；顏色洋布數條；印過油墨的紙一條；用普通墨水寫過字的紙一條；紅色及藍色石蕊試紙；洋燭及松節油[2]。

注意 1，2 及 3 的手續，應須在換氣櫥中進行，留心不要把氯吸進去，因爲氯對於人的身體的刺激很大，是很毒的。

1. **氯的製法（普通試驗室中的方法）（可二人併成一組試驗）。**將儀器依圖 44 裝置起來。放 20 克至 25 克的二氧化錳至燒瓶中。將木塞塞入，由漏斗管倒鹽酸 150 c.c. 入瓶中，將瓶搖動，使瓶中的物質均勻混和。緩和加熱，所加的熱，剛能使氣體發生已足，不可太猛，而使瓶中的液體沸騰。所發生出來的氯，經過濃硫酸（除去水蒸氣）而到C中。收集四瓶的此種氣體（氣體的顏色可告訴你瓶中有否盛滿）；各用玻璃片蓋好，放在一邊，以備應用。

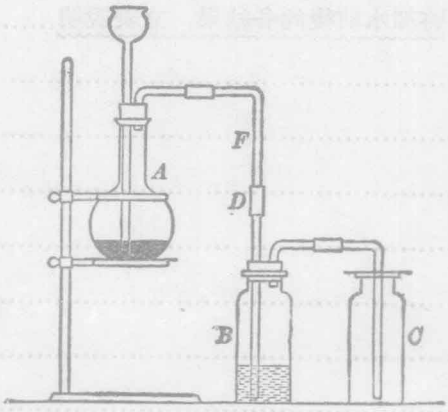


圖 44.

2. 將一燃着的蠟燭伸入盛氯的瓶的底部。蠟燭主要的成分是碳與氫。

蠟燭繼續的燃燒嗎？假如是的，把火焰的大小及顏色寫出來。.....

.....

.....

.....

.....

燭中那種元素成爲單獨的狀態？所生成的是何種氯化物？氯能助燃嗎？.....

.....

.....

[1] antimony powder. [2] turpentine.

3. 用一張濾紙或薄的中國紙沾一些熱的松節油（預將松節油盛於浸在熱水中的玻杯中）手臂伸直，將紙投入盛氯的瓶中。松節油也是氫和碳的化合物。

結果？何種元素成爲單獨狀態？所生成的是何種氯物化？

從2和3的結果，說出一種和氯有相當引力或化學愛力的元素的名稱。

4. 將淺色洋布一小塊，紅色及藍色石蕊試紙各一條；印過油墨並劃有墨水字和鉛筆字的紙一張，放入氯瓶中，等數分鐘，記載其結果。然後噴些水在各物上。

將加水前後的各結果，立表說明

解釋氯的漂白作用。（必要時可詢問教師）。

5. 用夾子拿些鋅粉，加熱；或以銻磨成粉狀亦可。將此種金屬粉拋入一瓶氯中。

結果？試說出生成物的名稱

姓名.....日期.....

試驗 22. （續）

.....

將氯的色，氣味及重量，與已學習過的二種氣體比較之。.....

.....

.....

.....

.....

在此，氯是從那一種化合物中發生出來的？.....

.....

二氧化錳中的氧現在與何種元素化合着？.....

.....

填滿下面的空白：

二氧化錳＋鹽酸→氯化錳＋.....

＋.....

將上面的問題用分子式及左右相等的方程式表示之。.....

.....

註　最後二問題，假如你現在不懂得怎樣做，可留到將來回答。

姓名.....日期.....

試驗 23－H. 用漂白粉漂白

用具 燒杯二隻。

材料 漂白粉[1] 10 克；顏色洋布；稀硫酸；低亞硫酸鈉[2]（R.S.）

1. 倒 25 c.c. 的水在燒杯中，約加 $\frac{1}{3}$ 試管量（約 10 克）的漂白粉，將布放入此混合物中，並漂洗之。

布完全漂白否？.....

.....

2. 另取一玻杯，盛水 250 c.c.，再加稀硫酸 5 c.c.，將第一杯中的布移入這一杯中，反覆的漂洗，至達到所希望的結果時爲止。

注意此時發生出來的氣體的色及氣味；給它一個名稱.....

.....

說明此氣對於色布的作用。.....

.....

此氣是從那種化合物裏發生出來的？.....

.....

說明硫酸在此的効用。.....

.....

.....

3. 最後將布浸入低亞硫酸鈉溶液中。此種化合物能和自由的氯化合的。.....

討論.....

.....

.....

.....

.....

.....

---

[1] Bleaching powder. [2] Sodium hyposulfite (hypo).

姓名……日期……

練習 11. 氯化氫及鹽酸

討論 我們已學習過，將氧化汞放在試管中加熱，這紅色的粉卽分解而成氧及汞二種元素。在反應的時候，試管中有三種物質——汞，氧，及氧化汞。假如管中的氧不逃逸到管外去，那麼這反應便會『回轉來』的；。那卽是純粹的氧會和汞再化合，而成紅色的粉末。所以要想製取若干量的氧，應將氧從試管中導到集氣瓶中。

製造氯化氫時所發生的反應是這樣：

氯化鈉＋硫酸→氯化氫＋硫酸鈉

$2NaCl+H_2SO_4 \rightarrow 2HCl+Na_2SO_4$。

這四種物質，都混合在發生器中。所以想將氯化氫製出來，必須先將儀器裝好，使氯化氫能導入集氣瓶中。

概要 在概要中，將防制反應倒回轉去的方法，氯化氫和鹽酸的異點，氯化物的鑑別法，及你認爲特別有趣味的事寫出來。

偉大的實驗化學家柏齊利阿斯（Berzelius）的試驗室中，沒有自來水和煤氣，沒有爐子和換氣櫥，古今的大化學家，往往都沒有完善的試驗室，我們千萬不可因試驗室設備的不良而不努力呀！

姓名.....日期.....

試驗 24. 氯化物和硫酸的作用

用具 燒瓶及集氣瓶，裝連如圖 45 所示（此處的裝置，實與圖 44 相似，但 B 瓶中所盛的不是硫酸而是水，同時玻管雖亦插入 B 瓶中，但并不與瓶中的水面接連着）；25 c.c. 瓶二隻（乾燥的）；玻璃片二塊。

材料 將 18 c.c. 的濃硫酸慢慢倒入（小心）8 c.c. 的水中；（每次倒一二 c.c.，且不時拌攪）；氯化鈉 30 克；木條；藍色石蕊試紙。

1.（換氣櫥）將各儀器照 45 圖那樣裝置起來。B 瓶中盛些水，所要注意的，是 B 瓶中的玻璃管，不要與瓶中的水面接觸到。取食鹽 30 克，放入 A 瓶中，將木塞塞好，再將冷的稀硫酸，從漏斗中倒下去，並且稍將燒瓶搖動，使瓶內的物質均勻混合；於是以 F 將燒瓶與集氣瓶連起來，如圖所示。等二三分鐘，用小的火焰，使燒瓶內的溫度增加，注意 B 瓶水中的氣泡。當氣體能繼續發生的時候，將 D 處拆下，再用乾燥的集氣瓶，放在 F 下，用排氣收集法（圖44），收集二瓶氣體，（瓶口有霧形成時，即氣體已盛滿）。用乾燥的玻璃片緊緊蓋住瓶口，放在一邊。然後再將 B 瓶再與發生器連起來，繼續加熱，使再發生氣體。將燒瓶 A 及其中物質，連同 B 瓶及其中的物質放於一邊，以備下面試驗時應用。

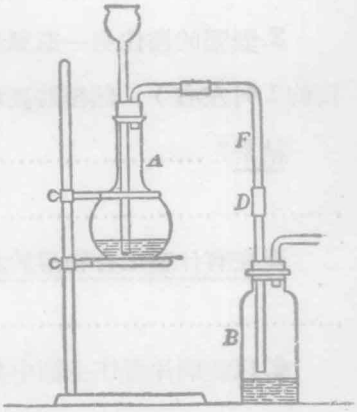


圖 45. 用硫酸加氯化鈉製氯化氫

你能將 B 瓶中的氣泡的成因說出來嗎？.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. 用一燃燒的木條，試驗你所收集的氣體。

氣體能燃燒否？.....

能助燃否？.....

與其他曾製取過的氣體比較之（立表說明）……

……

……

……

……

……

……

……

3.緊緊的按住另一瓶氣體上蓋着的玻璃片，並將瓶倒過來，放在水漕中，（水的深度約1吋左右），然後將玻璃取去。

結果？……

……

現在有什麼化合物溶於水中？……

……

4.以玻璃片蓋住上節中集氣瓶的口，並將它上向的放在桌上。不可使其中的液體溢出瓶外（留作試驗26－H時應用）。

寫出氯化氫的二種物理性質。……

……

……

姓名.....日期.....

試驗 25. 鹽酸(圖45中的 B 瓶)的物理性質及化學行爲；氯化物的鑑別法

用具 試管三支，拌攪棒。

材料 試驗24，B瓶中的鹽酸，硝酸銀（R. S.）氫氧化銨[1]；硝酸；鋅塊（R. S.）硫酸銅溶液（R. S.）藍色石蕊試紙。

1. 將B瓶中的液體（圖45）分成三份。以其中一份用藍色石蕊試紙試驗之。再取此溶液二滴放入 5 c.c. 的水中，用舌嘗此溶液的味道。

結果？.....

.....

.....

.....

2. 將鋅一塊，放入第二份溶液中，觀察有何變化發生。如再加硫酸銅數滴，則作用的進行便可快得多。試驗發出來的氣體在空氣中的爆炸性。

結果？.....

.....

組成鹽酸的各元素中，必有一種甚麼元素？.....

.....

3. 試驗溶液中有沒有氯化物，可加硝酸銀溶液及硝酸各一滴入溶液中，如其中有氯化物存在，即可發生一種白色氯化銀沉澱，氯化銀且能溶解於氫氧化銨的濃溶液中。

氯化氫＋硝酸銀→氯化銀＋硝酸

$HCl + AgNO_3 \rightarrow \underline{AgCl} + HNO_3$

以第三份溶液，試驗其中有沒有氯化物。

有表示其中含有氯化物的白色沉澱發生否？.....

.....

由這一個試驗，可知鹽酸中尚有何種元素存在？.....

.....

.....

[1] Ammonium hydroxide.

從製造氯化氫所需的原料說起，將製成一瓶濃鹽酸的主要步驟說出來。……

……

……

……

……

……

組成鹽酸的各元素，是各從上述的那種化合物中取得的？……

……

……

姓名.....日期.....

試驗 26－H.

設計並實行一試驗，試驗在試驗 24，4 瓶中的液體是否鹽酸。你自行設計你的試驗方法，將標題，用具，材料，方法及結論寫出來。

姓名.....日期.....

試驗 27－H.

將試驗 24，A瓶中的液體，即是製造氯化氫後的生成物，倒出來並使它發生結晶，觀察結晶體的形態，證明硫酸與氯化鈉作用，除氯化氫外，尚有一種白色固體生成。你自己計劃你的試驗方法，並將標題，用具，材料，方法及結論寫出來。

姓名……日期……

練習 12. 酸，鹽基及鹽

討論 許多普通的物質，如食鹽，醋，石灰水，洗濯蘇打，及發酵粉等等，即是酸，鹽基及鹽三類的化合物。假如你把化學室或藥房中的藥品鑑別一下，即可發現，其中大部分的藥品，都是這三類的化合物。現在，你可在每類中各選一化合物，試驗它的性質，及與他類的關係。

概要 在你的概要中，應包括化合物三大類的名稱，並各舉一例，說明每類的主要特性，及與其他二類的關係。中性，中和，及中和作用三個名詞，須用得非常恰當。

姓名……日期……

試驗 28. 酸與鹽基的物理性質及化學行爲

用具 試管；玻璃棒。

材料 濃的鹽酸，硫酸，硝酸[1]，醋酸[2]（R. S.）各數滴；氫氧化鈉，氫氧化鉀[3]（R. S.），氫氧化鈣[4]（R. S.）等鹽基的溶液，藍色及紅色石蕊試紙各數條；鋅 4 塊。

1. **酸** 將鹽酸，硫酸，醋酸各二三滴分別加於 10c .c. 的水中，均勻混和，用一清潔的玻棒，取各酸的稀溶液各一滴，分別加於藍色石蕊試紙上。又取一滴，嘗其味道（嘗後嗽口）。比較各酸的分子式。並將各結果記載於下面的表中。

將稀硫酸，稀鹽酸及稀硝酸各 10 c.c.（後二種溶液，以 3 c.c. 的酸，及 7 c.c. 的水配成。）分別倒於試管中。加鋅塊，試驗有沒有氫發生，將各結果記於下面的表中。

2. **鹽基** 試驗氫氧化鈉（回想試驗 9）；氫氧化鉀；氫氧化鈣等鹽基溶液對於紅色石蕊試紙的作用。取氫氧化鈣溶液一滴，嘗它的味道。試驗鹽基化合物的對於皮膚的感覺。比較各種鹽基的分子式。將所得的結果記載於下面的表中。

表

酸的名稱	分子式	味（酸或苦）	與石蕊試紙的作用	有無氫發生
鹽酸……	……	……	……	……
硫酸……	……	……	……	……
硝酸……	……	……	……	……
醋酸……	……	……	……	……
鹽基的名稱	**分子式**	**味（酸或苦）**	**與石蕊試紙的作用**	**感覺**
氫氧化鈉……	……	……	……	……
氫氧化鉀……	……	……	……	……
氫氧化鈣……	……	……	……	……

[1] nitric acid. [2] acetic acid. [3] potassium hydroxide. [4] calcium hydroxide.

姓名……日期……

試驗 29. 鹽的性質及製法

用具 小燒杯；拌攪棒；蒸發皿。

材料 氫氧化鈉；鹽酸；紅色及藍色石蕊試紙。

將普通試驗室中的氫氧化鈉溶液 5 c.c.，以 5 c.c. 的水稀釋之，或將固體氫氧化鈉一小塊，（如豌豆大），放於蒸發皿中，加半蒸發皿的水，而製成氫氧化鈉溶液。加鹽酸四五滴於上述的氫氧化鈉溶液中，用玻璃棒拌攪，並以藍色石蕊試紙及紅色石蕊試紙試驗之。如溶液仍爲鹽基性，可再加酸數滴（不時拌攪），至溶液剛成酸性爲止。（怎樣知道？）將蒸發皿放在鐵絲網上，用和緩的火，將其中的溶液蒸乾；在蒸發時，再用石蕊試紙將溶液試驗二三次，此時的溶液，應仍爲酸性，否則可再加酸數滴。蒸發後的剩餘物，必有過多的酸存在着，但將剩餘物繼續加熱，使成一種雪白的化合物，則其中過多的酸卽可完全除去。

剩餘物味道怎樣？……

……

試驗剩餘物的水溶液，決定它是酸性，或鹽基性，還是中性。將你所用的試驗方法寫出來。……

……

……

……

將剩餘物的水溶液倒在試管中，試驗其中有沒有氯化物；將你所用的試驗方法寫出來。……

……

……

……

……

……

……

鑑別鈉的方法，卽是以白金絲將化合物放入火焰中，如火焰成爲黃色，卽知其中有鈉存在着。沾一些剩餘物，放入燈的無色火焰中。結果？……

將剩餘物的化學名稱及普通名稱寫出來。

將鹽酸及氫氧化鈉作用的化學方程式寫出來（生成物的一種是水）

姓名.....日期.....

試驗 30－H. 數種普通物質的性質

試驗口水（卽涎沫），醋，硼砂，肥皂，洗濯蘇打，木灰，牙膏，家用硇精（卽氨水），及發酵粉等物質的性質（酸性，鹽基性，中性）。將各結果立成一表。

表

酸	鹽基	中性

姓名……日期……

练习30－II　氧化剂和还原剂的性质

氯酸钾水（碘化钾）、铁、铜粉、硫粉、硫酸亚铁、木炭、矿渣、高锰酸钾（固体）、溴水（碘化钾）、溶液的化学性质（酸性、碱性、中性）。请并排写出一表。

酸	碱	盐	中	性	性

姓名.....日期.....

試驗 31－H. 應用滴管及顯示劑[1]測定中和點

用具 滴管二支及滴管架，如圖 46 所示；小燒杯二隻；拌攪棒；刻度量管；小漏斗。

材料 以氫氧化鈉 2 g.，溶於 100 c.c. 的水中，配成氫氧化鈉溶液；以 1 c.c.（用量管）的濃硫酸，加於 100 c.c. 的水中，並均勻混和，配成稀硫酸溶液；酚酞試藥[2]數滴（R.S.）。

1. 先以蒸餾水將滴管洗淨，再以少量的氫氧化鈉溶液重洗一次。將滴管夾於架上（圖46），倒一些氫氧化鈉溶液進去，至管內氫氧化鈉的液體面，較滴管的零度高一二 cm. 時爲止。轉開滴管的活塞，使其中的液體流出一些，流至管內液體的凹面的底部，剛與滴管的零度相齊時爲止。用同樣的方法，將硫酸溶液盛於另一滴管中。

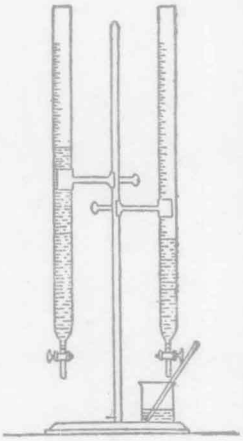


圖 46.
用滴管測定液體的容積

現在，滴 15 c.c.（正確的 15 c.c.）的硫酸溶液於小燒杯，加酚酞試藥二滴，然後由另一滴管，滴氫氧化鈉溶液二三 c.c. 進去。二種液體接觸的地方，即變成紅色，但用玻璃棒拌攪之後，紅色隨即消失。再滴一些氫氧化鈉進去，每滴數滴拌攪一次，至紅色的消失速度較慢時，則每次改滴一點，加至整個液體，以玻璃棒拌攪之後，仍爲淺紅色時爲止。此時，即可說已達到中和點。

中和 15 c.c. 的酸，共需若干 c.c. 的氫氧化鈉溶液？中和 1 c.c. 則需若干？.....

.....

2. 取酸 30 c.c.，將 1 重試一次。

中和 30 c.c. 的酸，共需若干 c.c. 的氫氧化鈉溶液？.....

.....

.....

酸量增加一倍後，對於中和所需的鹽基量有何影響？.....

.....

.....

---

[1] indicator. [2] phenolphalein solution.

姓名……日期……

練習 13－D. 測定各種物質能否導電法

用具 供給電燈的電流；小燒杯；如圖 47 所示的儀器（A爲一絕緣電線，B爲普通的電燈，C爲金屬彈簧開關，平時可使電流中斷，如將彈簧壓下，則電流卽能通過。D 及 D′爲比較堅硬的銅絲。儀器的各部分是用電線連接起來的，當彈簧壓下時，電流卽從A線流至C，又到D，後經過杯中的液體，至D，至燈B，而回到A）。

材料 氯化鈉5克，白糖5克，氫氧化鈉溶液；氫氧化鈣溶液，〔石灰水 (R. S.)〕硫酸；鹽酸；以乾燥的氯化氫（使氯化氫的氣泡先經過濃硫酸，除去水份）。通入苯[1]中所製成的氯化氫苯溶液 10 c.c.，（注意苯是極易燃燒的）；砂皮紙；紅色藍色石蕊試紙；鋅一塊。

1. 向教師取一如圖 47 的儀器，用砂皮紙將D及D′二電極的下部擦光。以A插在電燈頭上，檢查D及D′二線是否被螺旋旋緊。然後依下面的方法，試驗各種物質的導電性。

2. 倒一些蒸餾水在一小燒杯中，用手拿着燒杯，使電線二端浸入水中，如圖所示。將彈簧開關C壓下，觀察蒸餾水能否導電。電燈光亮卽表示能導電，電燈光亮程度，卽表示導電性的大小。

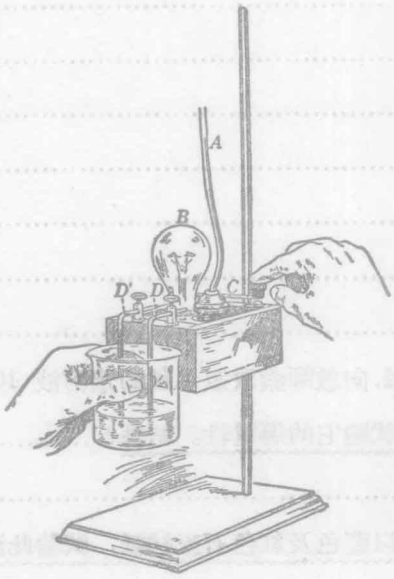


圖 47.

蒸餾水能導電否？……

……

3. 將D D′二線洗淨擦乾，放些乾燥的氯化鈉（食鹽）在另一小燒杯中，將D及D′插入鹽中，試驗乾燥的食鹽的導電性。

結果如何？……

……

將食鹽溶於蒸餾水中。

溶液能導電否？……

……

[1] benzene.

試驗乾燥白糖；白糖的水溶液；井水，或自來水；含有硫酸數滴的蒸餾水；含有鹽酸數滴的蒸餾水；氫氧化鈉溶液；氫氧化鈣溶液，等等物質的導電性，並比較其結果。

結果？……

……

……

……

……

……

……

有些物質能導電，有些物質不能導電，其理安在？……

……

……

……

……

……

……

……

……

4. 向教師索取氯化氫的苯溶液 10 c.c.（苯是極易燃燒的）

試驗它的導電性。結果？……

……

以藍色及紅色石蕊試紙，試驗此溶液，結果？……

……

……

……

鋅能溶於此溶液中否？……

……

氯化氫的苯溶液與其水溶液性質不同，其理安在？……

……

……

姓名.....日期.....

練習 13－D. （續）

.....

.....

.....

其溶液能導電的物質，必係那一類的化合物？.....

.....

.....

.....

姓名……日期……

練習 14. 大氣

討論 我們知道，可燃物質在空氣中或在氧中燃燒，所生成的物質都是氧化物；所以空氣中的一部分必是氧。又因物質在空氣中燃燒，較在純氧中燃燒困難，所以普通的空氣，必是一種冲淡了的氧。用以冲淡的物質大部分是氮，但並非完全是氮。

在這一練習中，我們將研究大氣中氧與氮的比例，及其他二種氣體。

概要 無論那個練習，當你做完之後，實在都應將此練習所用儀的器的圖繪在你的概要中，因爲各試驗中各儀器的裝置，多少是有些不同的。在這一個練習的概要中，應繪一圖，說明如何把空氣中的二種主要成分分開來。同時將上面的『討論』重述一次。

> 將要走進實驗室時，必須把『想像的衣服』和外套同時脫掉，待到實驗終了，而快離去實驗室時，方再可穿上想像的衣服。
>
> ——克勞德伯爾拿——

姓名.....日期.....

試驗 32. 空氣中氧及氮的百分數

用具 大燒杯；試管；木條一條（一端釘一圖畫釘）；量筒。

材料 像柑子核大的黃磷[1]一塊。

注意 磷，應由教師拿給你；不要自己去拿。割切的時候，應將磷放在水中，並須用鑷子夾取，否則，它就會燃燒起來的。

在燒杯中盛滿水，將木條割短，使它的長度較水的深度低半吋左右。並將其他一端劈開一些，如圖 48 所示。向教師取一塊表面括光的磷，夾於木條的劈縫中（圖 48）。把夾着磷的木條放入燒杯裏的水中。木條一端因有圖畫釘釘着，故可直立在燒杯的底上；夾有磷的一端，則剛在水面之下。

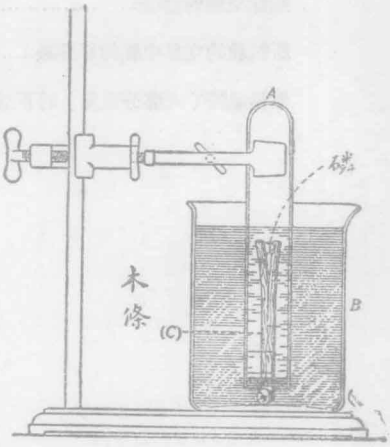


圖 48.

選一試管，用一量筒，將水量入試管中，以測試管的容積，把所得的結果記載於 120 頁的表中（須計至 0.5 c.c.）此結果即試管中空氣的容積。將管中的水倒出，並搖去附着在試管邊上的水，然後把試管慢慢的套在木條的外面，並使管口站於燒杯的底上。如仔細的照這樣做，管中的空氣決不致壓出試管之外的，用鐵架及夾子，將試管垂直夾住，並把此儀器靜放二十四小時（或久一些）。其中的磷即與空氣中的氧化合而成白色煙狀並能溶於水的五氧化二燐（P_2O_5）。

水爲何昇入試管中？.....

.....

當空氣中的氧完全除去之後，以下面的方法，將試管及試管內的盛有物移出：先慢慢的把試管提高，同時加一些水到燒杯中，使杯中水面，在木條頂部之上。繼續將試管提高，並繼續加水，至管中的木條能自動落下時爲止。但是在此應小心，切勿使試管中的水流至管外。當試管口仍在水面之下，且試管內的水面與管外的水面相齊的時候，用大姆指緊緊按住試管口，並將試管移出燒杯之外。上向的（口向上）拿着那試管，用燒着的木條試驗其中的氣體。

[1] phosphorus.

其中的氣體能燃燒否？能助燃否？……

……

然後，將試管中水的容積測量出來（計至 0.5 c.c.）將它的容積記入表中。

此容積的水卽表示甚麼？……

（註）試驗前後的溫度愈能保住不變，所得的結果愈佳。

表

以此表計算

試管中空氣的容積……c.c.

除去的氧的容積……c.c.

剩餘氣體的容積……c.c.

所試驗的空氣中氧的百分數……%

他種氣體（大部分是氮）的百分數……%

姓名.....日期.....

試驗 33. 空氣中的其他成分

用具 表面玻璃；燒杯；

材料 氯化鈣數粒；石灰水 10 c.c.（R. S.）。

1. 氯化鈣是一種容易潮解的物質。置氯化鈣數粒於表面玻璃上，並在空氣中暴露數分鐘。（或放至明天）

結...？解釋.....

.....

.....

2. 石灰水與二氧化碳作用，即可生成白色固體。將石灰水 10 c.c. 盛於小燒杯中，並在空氣中放數分鐘。（或放至明天）

結果？解釋.....

.....

.....

由試驗 32 及 33 可知空氣中有那四種成分？.....

.....

.....

姓名.....日期.....

試驗 34－H. 用銅測定空氣中氧與氮的比較容積

用具 如圖 49 所示的儀器，〔A 爲硬玻璃管，以鐵架支持；取細銅絲網一塊（60－70 網目），10 cm. × 12 cm.，捲成筒形，鬆鬆的塞於管的中部；B 爲容量一升的瓶（稍大亦可，普通 5 品脫盛酸瓶亦可應用），玻管 D 須伸至 B 瓶底，並用橡皮管使它與自來水管接連〕；廣口瓶（250－c.c.）；集氣槽；翅狀焰燈；量筒；玻璃片；（氫發生器）.

材料 銅絲網一塊（60－70 網目），10 cm. × 12 cm.；（發生氫所需的鋅及稀硫酸，氫是還原已氧化的銅絲網用的，可閱附註的方法）。

（註）將氫發生器與盛有銅絲網的 A 管接連，以氫通入，至管內所有的空氣全已驅完後，（用試驗 5—D 的方法試驗）用布將發生器包好，並將 A 管和緩加熱（圖49），同時仍以氫慢慢通過管中，用此方法，銅絲網卽可還原，將還原後之銅絲網仍留於管中，並使其冷却。

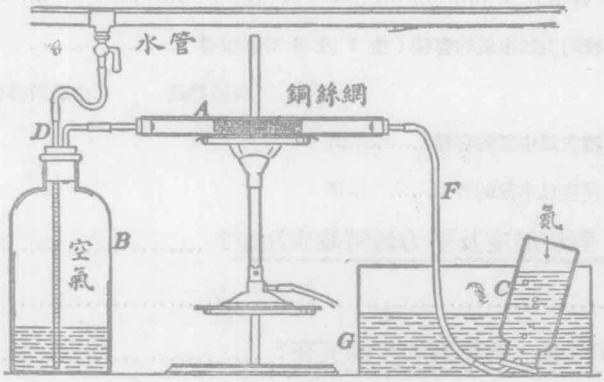


圖 49. 測定空氣中氧與氮的比較容積

1. 空氣通過熱的銅，空氣中的氧卽與銅結合，而剩下氮，所以這可作爲把空氣中的氮與氧分離的方法。實際試驗的手續如下：將儀器如圖 49 那樣裝置起來，並檢查各部分是否都連接得很好。開始試驗時，B 瓶是空的，倒放於 G 中的廣口瓶是盛滿着水的。現在逐漸將管中的銅絲網用翅狀焰燈加熱，使網發紅，燒紅所需的時間，約五分鐘左右。繼續加熱，並慢慢的流些水入 B 中，水流的速度切勿太快，流滿一升所需的時間，應在二十分鐘以上。水流入 B 中，卽將 B 中的空氣壓出，壓出的空氣經過燒熱的銅，其中氧卽與燒熱的銅結合，氮則單獨流出，並收集於 C 瓶中。在此應注意的，就是切勿心急，否則必有一部分的氧尙未與銅化合，而仍混於氮中。至 C 瓶已盛滿水後，卽將水管關閉，並拆開儀器，移去燈火。

現在，提高（或降低）C 瓶，使瓶中的水面與瓶外的水面相齊。（有時須加些水入

集氣槽中）將瓶在這地位提着，用一塊玻璃片緊緊的壓住瓶口，將瓶移出槽外，並上向的放在桌上。

用一量筒，將B中水的容積量出來，此容積，卽等於所分析的空氣的容積，將此容積記載於下面的表中，並用同樣的方法，將C中氮的容積量出來，亦記於表中（其中含有百分之一的稀有氣體，大部分是氬）。再根據你的結果，計算100容積的空氣中氧及氮的容積。

表

(1) 所分析的空氣的容積（B中的容積）.....c.c.

(2) 所分析的空氣中氮及稀有氣體的容積（C中氣體的容積）.....c.c.

(3) 所分析的空氣中氧的容積（上面二種容積之差）.....c.c.

(4) 100 容積空氣中氮及稀有氣體的容積（由 1 及 2 計算而得）.....c.c.

(5) 100 容積空氣中氮的容積（等於 100 容積空氣中氮及稀有氣體的容積再減去1容積）.....c.c.

(6) 100 容積的空氣中氧的容積（由 1 及 3 計算卽得）.....c.c.

	應爲	試驗結果	全級所得各結果的平均數
(7) 100 容積空氣中氧的容積	21		
(8) 100 容積空氣中氮的容積	78		

在這一試驗中，對於溫度及壓力爲何並未注意？.....

.....

如試驗結果略有錯誤，則錯誤的來源安在？.....

.....

.....

姓名.....日期.....

練習 15. 氨

討論 氨（NH_3）是一種氣體化合物；純粹及乾燥的氨，可以壓成液體，而作造冰機中散熱劑之用。此種氣體被水吸收，一部分和水化合，一部分溶解於水，而成藥房中的氨水。

概要 把氨的物理性質，化學行爲，製造方法，（附儀器圖）綜述於下。

樂，莫過於因發現而產生的，發現之樂，乃是能使心坎愉快的樂 ——Scheele——

姓名……日期……

試驗 35. 氨的製法

用具 附有木塞及玻管的試管，如圖 50;(玻管須與 B 中水面接觸)；廣口瓶（250-c.c.）3 隻；平玻璃 2 塊；玻璃棒。

材料 氯化銨[1] 9 克；粒狀氫氧化鈣（消石灰 $Ca(OH)_2$）15 克；藍色或紅色石蕊試紙；鹽酸；木條。

1. 將消石灰 15 克與氯化銨 8 克混合放於 A 管中，和緩加熱，(先燒管口附近，再逐漸燒至其他部分）。當有氣體發生出來的時候（C 管口有氣泡發生時，即知已有氣體發出）。即將 C 管轉成上向，如圖中虛線所示，並收集二瓶的氣體。收集的方法，祇要把集氣瓶放在 C 管的上部，放相當時間後，以玻棒取鹽酸一滴，放至瓶口，如鹽酸成濃厚的白煙，即表示瓶中已盛滿氣體。將盛滿氣體的瓶移去。以玻璃片蓋住瓶口，口向下的放在桌上。

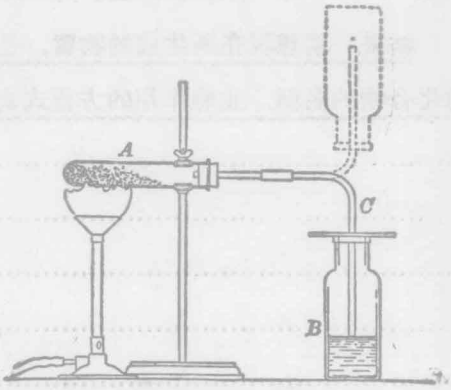


圖 50. 將氯化銨與氫氧化鈣加熱製取氨

收集了二瓶氣體之後，再把 C 轉成向下，使仍與 B 中水面接觸，並繼續加熱，至混合物中並無氣體發生時爲止。

2. 注意這氣體的色和嗅；比較這氣及空氣的重量；以木條試驗它能否助燃及自燃；並用潮濕的石蕊試紙，試驗它是中性，還是鹽基性，還是酸性。

結果？……

……

……

……

……

3. 取一瓶你所收集的氣體，倒放於水中，將玻璃片除去，觀察有何種變化發生。當變化停止之後，再將玻璃片放於瓶口下，並將瓶及瓶中的盛物移出，口向上的放在桌上。再以紅藍石蕊試紙各一條，投入瓶中。

---

[1] ammonium chloride.

把你所見到的一切記下來。瓶中的氨現在到那裏去了?解釋。（參閱『討論』及下面的5）……

……

……

……

……

……

4.以鹽酸數滴置於乾燥的空瓶中，將瓶轉動，使瓶內各處均有酸附着，以玻璃片蓋住瓶口，並以氨一瓶倒置其上。將二瓶的玻璃蓋除去，並立刻使二瓶瓶口彼此接連。

結果？猜想現在所生成的物質，是酸呢？是鹽呢？還是鹽基。說出你的理由，及那種化合物的名稱，並將作用的方程式寫出來。……

……

……

……

……

……

5.移出B瓶，並試驗其中液體的味（小心），色，及與石蕊試紙的作用。

結果？這是氫氧化銨（NH_4OH），寫出生成這化合物的方程式……

……

……

……

完成下面的方程式：

$Ca(OH)_2+2NH_4Cl \rightarrow CaCl_2+$……$+$……

姓名.....日期.....

試驗 36－H. 任何銨鹽與任何鹽基的作用

用具 由學生自填。.....

.....

.....

材料 由學生自填。.....

向儀器藥品室取其他的鹽基一種，其他的銨鹽二種。將鹽基及銨鹽分別混合於試管中，並加熱，注意所發生出來的氣體的嗅（小心）。

結果？.....

.....

將作用的方程式寫出來。.....

.....

.....

.....

.....

姓名……日期……

練習 16. 硝酸

討論 硝酸與其他的酸不同，因爲氮的化合物大都是不穩定的。假如你在試驗的時候，能夠記到你從前已製造過的各種酸的性質，那麼這句話便更有意義了。你知道一切的生命，都是單簡的細胞所組成的。各種生活着的有機物，都不過是細胞的集合體罷了。每個細胞中都含有一個原生質，而這種原生質中主要的元素却是氮。活潑是一切氮的化合物的特性。

概要 說出硝酸的性質，及鑑別方法，表明硝酸及他種酸（可以鹽酸爲代表）的異同。比較時，對於製造時所用的儀器如何，及是否用橡皮管接連，應特別注意，同時並須詳加解釋。

發現氢的卡汾決士，他以他住宅樓下的客廳作爲試驗室，樓上作爲觀象台。除了出外參觀工廠或考察地質外，他終身繼續不斷的在那裏工作着。

姓名……日期……

試驗 37. 硝酸鹽與硫酸的作用

用具 玻璃曲頸瓶（180 c.c.）；試管及大燒杯（250 c.c.），裝置方法如圖 51；漏斗；玻璃棒。

材料 硝酸鈉[1]12 克；濃硫酸 10 c.c.；錫一小塊；鋅一塊；氫氧化銨；鹽酸；冰數塊[2]；木條。

注意 應記得硫酸及硝酸都是非常危險的，所以拿取的時候，須格外小心。

1. 將儀器如圖 51 那樣裝置起來，將硝酸鈉 12 克放入曲頸瓶A中。以漏斗放於B處，將濃硫酸 10 c.c. 由漏斗加入。然後用細小的火焰將混合物和緩加熱。不久，即有硝酸氣體蒸出，並凝成在浸於冰水中的試管C裏。

（註）曲頸瓶中的棕色氣體，即係氮的氧化物，將在試驗 39—H. 中研究。

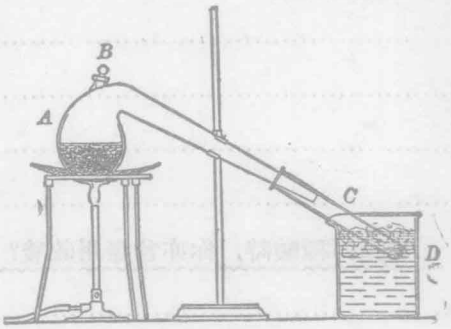


圖 51. 以硫酸與硝酸鈉作用製硝酸

說出你所製得的硝酸的物理性質。若將你製得的酸放到明天，即可變成無色，原因何在？……

……

……

……

……

……

2. 用一玻棒，取你製得的硝酸一滴，小心的放在你的大姆指指甲上，放二三秒鐘，再用水洗去。觀察指甲顏色的變化。然後加氫氧化銨一二滴，觀察顏色的變化。再取鹽酸一滴，加於指甲的另一部分。

比較這二種酸對於有機物的作用。（此種顏色變化爲硝酸特性之一）。……

……

……

[1] sodium nitrate. [2] 如沒有冰，用冷水亦可。

3. 硝酸加熱的時候，一部分分解而成水，二氧化氮，及氧。因此硝酸是一種良好的氧化劑。要試驗硝酸的氧化性質，可將錫一塊，放於試管中，以硝酸浸沒，並和緩加熱（換氣櫥）。所生成的白色化合物，其中的大部分是錫和氧。此種氧，即係由硝酸中取得。

試爲此種白色生成物及上面曲頸瓶中所見的棕色氣體各定一名稱。……

……

……

4. 倒一些你製成的硝酸於試管中，以鋅一塊投入，試驗有沒有氫發生。

結果？解釋……

……

……

……

……

製造何種酸時，你亦曾應用硫酸？爲何硫酸常用以製造其他的酸？……

……

……

……

……

……

……

姓名.....日期.....

試驗 38. 硝酸鹽的褐圈鑑別法

用具 試管4支；試管架；眼藥；滴管。

材料 濃硫酸；硫酸亞鐵[1] 2克，溶於 10 c.c. 的水中；硝酸鈉及硝酸鉀[2] 結晶一塊。

溶硝酸鈉結晶一塊於二三 c.c. 的水中，加等容積的硫酸，須一滴一滴的加入（小心），加後將液體均勻混和，並冷却。硫酸與硝酸鈉作用，即發生硝酸。現在，將試管放斜一些，取硫酸亞鐵溶液二三 c.c. 由試管壁流入，使浮在試管中原有液體的上面，留心不要使這二種液體混合。二種液體相遇後，即有一個褐色的圈狀氣體從二種液體相遇到的地方發出。這是鑑別硝酸鹽的良好方法，此種褐色的圈，是因硝酸和硫酸亞鐵作用而生成的。用硝酸鉀重試一次。

向教師取一二化合物，試驗它是否硝酸化合物。並依此方法，試驗含有硝酸二三滴的水。

結果？.....

.....

.....

.....

.....

.....

---

[1] ferrous sulfate. [2] potassium nitrate.

姓名……日期……

试验 38. 铜氨络的稀固溶沉淀

目的：了解[1]文；试管架；酒精；酒灯。

材料：海绵铜；硫酸铜[2]文，溶液 10 c.c. 的水中；硫酸铜及硫酸铵[3]结晶一

瓶。

在酒精灯上将二试管二三 c.c. 的水中，加稀溶液的硫酸。深一蓝，而硫酸人（本

色），加氨水沉淀。一定沉淀，氨溶解。氨溶解的氨溶液在用，加氨生成蓝色，至沉，溶液呈

蓝一色。取硫酸铜溶液二三 c.c. 由氨管滴入，振荡管底摇入，振荡管底中盛有水溶液的上端，

滴入十滴硫酸二滴溶液溶合。二种溶液相混合，加有一微溶色的固体沉淀，至二滴溶液相

溶液的上端出。这是氨加溶液的自然方法。先滴溶色的固，至四滴溶色的固体沉淀

后加小量的，加的溶液变蓝。

由氨溶解成一二化合物，氨溶液是否溶液化合物。亚硫酸方法，氨溶合有溶液二三滴

的水。

结果[1]……

……

……

……

……

……

[1] forms solids. [2] potassium nitrate.

姓名.....日期.....

試驗 39－H. 一氧化氮，二氧化氮，及硝酸鹽

用具 試驗氫所需的儀器（圖 29）；溫度計；蒸發皿；量筒。

材料 銅鏇或銅屑 10 克；硝酸；藍色試紙；各種硝酸鹽結晶。

1. 將銅 10 克放在瓶中，瓶口加一木塞，塞中插一漏斗管，管的一端須伸至瓶的底部。由漏斗，加相當量的水於瓶中，使漏斗的一端浸沒於水中。量取硝酸 15 c.c.，慢慢加至瓶中，用排水法，將發生出來的一氧化氮收集二瓶。收集之後，即拆開儀器，並將發生器中藍色溶液倒入蒸發皿中，並放入換氣櫥中，使它慢慢的結晶。或放在鐵絲網上加熱至 130°，再使其冷却而結晶亦可。

說出一氧化氮（NO）的物理性質.....

.....

.....

2. 將盛有一氧化氮的瓶的蓋取去。

說出新生成的氣體（二氧化氮 NO_2）的物理性質。.....

.....

.....

寫出一分子的氧與一分子的一氧化氮作用的方程式。.....

.....

3. 將另一瓶一氧化氮的蓋取去一分鐘。倒水 25 c.c. 於瓶中，再將蓋緊緊蓋好，並震搖其中的混合物，震搖後，再將蓋取去數分鐘，再蓋好，並再震搖。

此氣能溶解於水否？.....

二氧化氮是否一種酸酐？（你怎樣鑑別其中的液體？）.....

.....

.....

假如你有一種一氧化氮及二氧化氮的混合物，你如何將混合物中的二氧化氮除去？...

.....

.....

.....

.....

4. 將蒸發發生器中液體所生成的結晶溶於水中，試驗它是否硝酸鹽。銅鹽的溶液總是藍色的。

說出此種化合物的名稱……

……

完成下面的方程式：……

$3Cu+8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2+$……$+$……

鹽酸或稀硫酸與鋅作用所發生的氣體，普通是甚麼？……

……

當銅與硝酸作用，爲何不能發生此種氣體？……

……

……

……

5. 將試驗室中常用的硝酸鹽結晶各一小塊，分別放入試管中，試驗此種化合物對於水的溶解度。

比較硝酸鹽，氯化物，和硫酸鹽於水中的溶解度。（參考附錄中的溶解度表）。

……

……

……

……

姓名.....日期.....

練習 17. 硫

討論 硫，大家都知道是一種黃色細粉，可是在試驗室中你常見到的，是一種棒狀的硫，稱爲硫棒。在特別情況之下，這二種硫尙可變成他種形態，稱爲同素異形態。現在你就要研究硫的數種形態了。

概要 做完了這練習之後，參考你的教本，找出硫的各種同素異形態的名稱，並寫出每種的製備方法。

> 吾人之生活，實介於兩種世界之間，一方面爲大至無窮，一方面爲小至無窮，惟化學家能融會貫通之。
>
> ——鐵爾頓——

姓名……日期……

試驗 40. 數種硫的同素異形態

用具 試管數支；表面玻璃；擴大鏡；燒杯；研鉢及研棒；漏斗；燃燒匙。

材料 濾紙，二硫化碳[1] 10 c.c.；硫粉一試管。

注意 二硫化碳極易燃燒，且有毒性，不要使它與火焰接近。

1. 將硫棒一小塊研成細粉，並放入試管中。粉量不必太多，一克左右已足。倒二硫化碳 5 c.c. 至 10 c.c. 於試管中，震搖，並將液體濾入一表面玻璃中。以一燒杯倒放在表面玻璃上，使其結晶。用擴大鏡觀察所形成的結晶體，將結晶體的形狀繪在概要這一張上。

說出結晶體的色，形，及光澤。……

……

……

……

……

2. 在試管中盛半試管的硫棒。事前預備水一燒杯，及摺好的濾紙一張。將硫融化。在融化時，試管須放在火焰上三吋左右，並斜成45度左右。轉動試管，不時震搖，使其中的硫完全融化。加熱時，融解的硫即成水狀，其溫度較沸水略高。完全融解後，用手拿住那摺好的濾紙，將試管中的液體硫倒在濾紙中，並使硫冷却。當紙邊附近的硫，已形成結晶體時，即將濾紙中仍爲液體的硫倒入預備好的水中。將濾紙拆開，用擴大鏡觀察所生成的結晶體，並將結晶體的形態，及一羣的此種結晶體的形狀，繪在你的概要中。

與 1 中所得的結晶體比較其色，形，及光澤。……

……

……

……

此種結晶體放置相當時候，即可變成細小的菱形，試將此種結晶體放置二天，再觀察其色及光澤的變化。……

……

[1] carbon disulfide.

3. 用 2 中的試管，盛三分之一的硫，加熱，不時動搖，使硫沸騰。

說出顏色及密度的變化。

至硫沸騰後，將它小心的倒入一杯水中。沸騰的硫在冷水中凝成固體，是軟的還是硬的？有彈性的還是無彈性的？顏色怎樣？

將這樣生成的硫放置二日，再觀察所發生的變化。把燒硫過的試管丟去。

燒一些硫於燃燒匙中。說出火焰的顏色，並小心的嗅一下它的臭氣，說出生成物的名稱。

姓名.....日期.....

練習 18. 硫化物

討論 硫化物可以當作硫化氫（氫硫酸）中的氫被金屬置換所成的鹽，正像氯化物是鹽酸（氫氯酸）的鹽一樣。在做下面各試驗之前，應先仔細的將練習 11 讀一次。

概要 略述硫化物及氯化物的意義，並綜述硫化氫的性質，及鑑別法。

柏齊利阿斯書房中的筆，乾的時候很少，柏齊利阿斯試驗室中的砂盤，冷的時候更少。

姓名.....日期.....

試驗 41. 硫化氫的製法及性質

用具 氫發生器及玻管，如圖 52 所示；廣口瓶二隻（一隻較小）。

材料 硫化亞鐵[1] 10 克（大小如黃豆），鹽酸 20 c.c. 加於水 20 c.c. 中；紅色及藍色石蕊試紙；銀幣；銅元。

1.（換氣櫥） 將導氣管與發生器連接，如圖 52。以硫化亞鐵（FeS）數塊放入發生器中，加一塞子。再從漏斗中加一些水到瓶中，使漏斗的一端爲水浸沒。然後倒數 c.c. 的鹽酸到瓶中。繼續加鹽酸，使繼續發生氣體，所發生的氣體卽逸入 B 中。

說出硫化氫的物理性質.....

.....

.....

注意 此氣的氣味非常特殊，如將極濃的此種氣體吸入，卽可中毒。

說出它的氣味.....

.....

.....

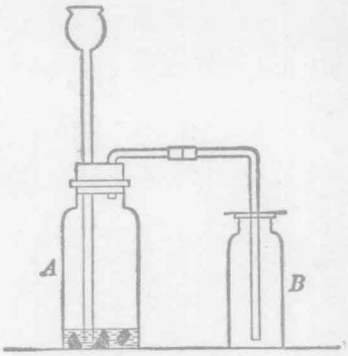


圖 52. 硫化亞鐵與鹽酸作用製硫化氫

2. 取一較小的瓶，或一大試管，盛水 25 c.c.，代替 B 瓶，使發生器中所出來的氣體通入水中（必要時應再加一些酸），通五分鐘左右。用藍色及紅色石蕊試紙試驗所生成的溶液。

此溶液的名稱是甚麼？.....

.....

.....

.....

3. 將銅元銀毫各一枚投入溶液中。

結果？說出所生成的化合物的名稱.....

.....

.....

.....

[1] ferrous sulfide.

有些食物，可使銀質湯匙變爲黑色，其理安在？

姓名.....日期.....

試驗 42－H. 硫化氫成分的實驗證明；硫化氫的鑑別法

用具 在試驗 41 用過的發生器；6 吋長的玻管一條；瓶或燒杯。

材料 醋酸鉛[1]溶液（R. S.）；濾紙；硫化亞鐵及鹽酸，發生硫化氫用。

1. 照下面的方法製一尖形玻管：將玻璃管放入本生燈的火焰中，在離一端約 2 吋左右處燒數分鐘，燒軟時，將玻管拉長，使它在火焰部分的直徑，減成原來的一半時爲止。將試管冷却。用銼刀在拉細處割斷，並將 2 吋長的那一條與發生器的直角玻管接連。加一些鹽酸至發生器中，將所發生的硫化氫在尖管口點燃，並以一冷而清潔的瓶在火焰中放相當時候。

瓶上有蒸氣凝成否？此種蒸氣是甚麼？.....

.....

.....

構成硫化氫各元素的一種是甚麼？.....

.....

在瓶上還有一些固體物質凝成着，這是甚麼？.....

.....

.....

比較此氣的火焰顏色與燃燒硫所生的火焰顏色.....

.....

.....

構成硫化氫的另一種元素是甚麼？.....

.....

.....

2. 硫化氫的鑑別法 取濾紙一片，在醋酸鉛溶液中浸一下。將硫化氫發生器的塞子取去，以在醋酸鉛中浸過的濾紙在其中放數分鐘。

結果？說出現在所生成的化合物的名稱.....

.....

.....

---

[1] lead acetate solution.

硫化氫氣體還有甚麼特別性質，可使我們鑑別某種氣體中有沒有大量的硫化氫存在？

.....

寫出硫化氫完全燃燒的方程式.....

.....

姓名……日期……

試驗 43－H. 金屬的硫化物(氫硫酸的鹽)

用具 由學生自填……

……

……

材料 由學生自填……

……

……

1.（換氣櫥） 像試驗 41 那樣的發生一些硫化氫氣體，並將氣體通入（圖 52）硝酸銀[1]，硫酸銅[2]，氯化鎘[3]，氯化鈉[4]，硝酸鉛[5]等溶液中。

氣體通入每種溶液後，均須將導氣管 C 澈底洗淨，再通入第二種液體。

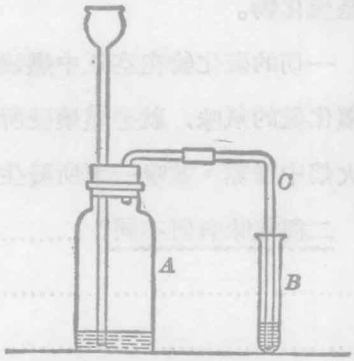


圖 53. 將硫化氫通入金屬的鹽溶液中製金屬的硫化物

說出各種溶液所生成的沉澱物的顏色……

……

……

……

寫出各反應的方程式……

……

……

……

……

……

是否有些溶液並不發生沉澱？……

……

……

其理安在？（參閱附錄中的溶解度表）……

……

---

[1] silver nitrate. [2] copper sulfate. [3] cadmium chloride. [4] sodium chloride. [5] lead nitrate.

……

……

……

2. 取鐵粉 6 克，及硫粉少量，用研缽磨勻。將混合物放於舊試管中。並加強熱，使其中的物質灼熱。移去燈火，並觀察其變化。

這是不是燃燒的一種？試說出所生成的物質的適當名稱……

……

3. 硫化物的鑑別法　將試管打破，取一些試管中的物質，放於表面玻璃上，加稀硫酸少些。並小心的嗅一下發生出來的氣體的氣味。大部分的硫化物與硫酸作用，都能發生硫化氫，所以嗅一下作用後的氣味，或用浸過醋酸鉛的紙試驗一下，即知道此物質是不是硫化物。

一切的硫化物在空氣中燃燒，都能發生二氧化硫，（這是因爲其中的硫燃燒而成的）。二氧化硫的氣味，就是燃燒硫所發生的特殊氣味。試以試管內的物質少些，放在鐵匙中，在火焰中加熱，並嗅一下所發生的氣味。

二種氣味有何不同？……

……

……

說出在此試驗中製造硫化物的二種方法。……

……

……

……

……

姓名.....日期.....

練習 19. 二氧化硫及其化合物

討論 許多學生都有一種錯誤的觀念 以爲一切金屬與一切的普通酸作用，都可發生氫。但是當你進一步的研究一下硝酸及硫酸，便可知道金屬與酸所發生的作用，是依金屬及酸的種類，及當時的情形而定的。例如，在這一個練習中，濃硫酸與銅作用，一部分的酸變爲硫酸銅，一部分則還原而成亞硫酸，此種亞硫酸，又分解而成二氧化硫及水、

概要 金屬與酸的作用，依甚麼而定？綜述二氧化硫的物理性質及化學行爲。並述硫酸根及亞硫酸根的鑑別法。

發現周期律的門特雷業夫，是一個改造家和實行家，他說：我們現在，用不着柏拉圖也可以生活，但要發現自然的祕密，並要使我們的生活與自然的定律相和諧，必須加倍的牛頓。

姓名……日期……

試驗 44. 硫酸的還原

用具 250－ c.c. 燒瓶一隻，連同漏斗及導氣管等，如圖 54 所示；集氣瓶（250－c.c.）三隻。

材料 銅 10 克；濃硫酸；藍色石蕊試紙；紅色鮮花一朵。

1. 將銅片或銅粉 10 克放於圖 54 的發生器中。加濃硫酸 25 c.c.，並和緩加熱。作用開始時，即將火焰放低一些，使氣體發生的速度不致太快。用排氣收集法收集二瓶的氣體，然後將氣體導入 25 c.c. 的水中，至氣體不能再溶解時爲止。

（註）如你願意做試驗 46—H，則應將製成的溶液留一半至試驗 46—H 時應用。

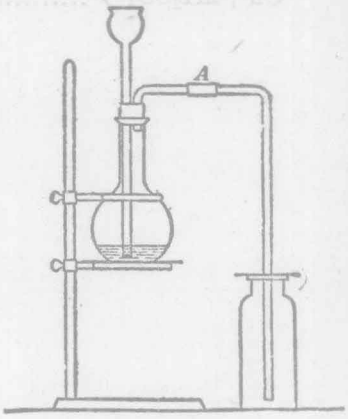


圖 54.

將此氣的物理性質記下來……

……

……

……

……

依你的猜想，此氣能不能燃燒？以試驗證實之……

……

……

……

……

2. 倒一些水於一瓶氣體中，用手掌緊緊蓋住瓶口，並震搖。注意手掌好像受到一種吸力那樣子。用藍色試紙試此瓶中的液體及有氣體溶入的液體。

結果？……

……

……

此氣與水化合了呢，還祇是溶解於水中？你的回答的理由是怎樣？……

……

將這化合物的名稱及分子式寫出來……

……

3. 以紅鮮花一朵，加水使濕，投入另一瓶氣體中。

結果？此外還有那一種氣體也有此種性質？……

……

完成下面的方程式：

$Cu + 2H_2SO_4 \rightarrow$ ……+……+……

姓名.....日期.....

試驗 45. 亞硫酸化合物（亞硫酸的鹽）及硫酸化合物（硫酸的鹽）

用具 眼藥滴管；試管；表面玻璃。

材料 亞硫酸鈉[1]結晶（R. S.）；試驗室中常用的硫酸鹽結晶（R. S.）；稀硫酸，氯化鋇[2]溶液 2 c.c.（R. S.）；鹽酸。

1. 亞硫酸鹽（亞硫酸化合物） 將亞硫酸鹽結晶如亞硫酸鈉（Na_2SO_3）等一小塊放於表面玻璃上，以眼藥滴管，加稀硫酸二三滴於其上。注意所發生的氣體。所有的亞硫酸鹽與硫酸作用，都能發生二氧化硫。所以這可作爲鑑別亞硫酸鹽的方法。同時亦是製造二氧化硫的方法之一。

說出製造二氧化硫的三種方法.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. 硫酸鹽（硫酸化合物） 觀察硫酸鈉，硫酸鈣，硫酸銅，硫酸鎂，硫酸亞鐵，硫酸鋇等化合物的物理性質。

試驗各種硫酸鹽在水中的溶解度。

何種硫酸鹽不能溶於水（參閱附錄中的溶解度表）.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. 硫酸鹽的鑑別法 將各種硫酸鹽的結晶各一塊，分別溶於二三 c.c. 水中。另取一試管，加稀硫酸二三 c.c. 在每一試管中，各加氯化鋇溶液一滴。

---

[1] sodium sulfite. [2] barium chloride solution.

記載並解釋所發生的結果……

……

……

……

……

……

……

加鹽酸一二滴於各試管的混合物中，震搖。

沉澱物溶解否？……

氯化鋇溶液加於任何硫酸鹽的溶液中，或硫酸中，所生成的白色沉澱，是不溶解於鹽酸的。

這個反應，即可作爲鑑別硫酸鹽及硫酸的方法。

氯化鋇與硫酸及其鹽作用，均可得相同的沉澱物，即是白色的硫酸鋇。假如我們回想酸及鹽在溶液中電離的情形，即知所發生的離子如下：

$H_2SO_4 \rightleftarrows H^+, H^+ + SO_4^{--}$

$Na_2SO_4 \rightleftarrows Na^+, Na^+ + SO_4^{--}$

$CuSO_4 \rightleftarrows Cu^{++} + SO_4^{--}$

同理，氯化鋇的溶液中都含有 Ba^{++} 及 Cl^-, Cl^-；故氯化鋇溶液與含有 SO_4^{--} 離子的溶液混合，Ba^{++} 及 SO_4^{--} 二離子即化合成不溶解的 $BaSO_4$ 沉澱出來了。

所以用氯化鋇試驗，實在是試驗溶液中有沒有硫酸根 SO_4^{--}。但因祇有硫酸及硫酸鹽才能發生此種離子，故習慣上就說這是試驗硫酸及硫酸鹽的方法。

姓名.....日期.....

試驗 46－H. 硫酸的研究

用具 拌攪棒；試管；眼藥滴管。

材料 亞硫酸[1]；濃硫酸；白糖 0.5 克；木條；鋅一小塊；花生大的木炭一塊；氯化鋇溶液（R. S.）；鹽酸。

1. 將在試驗 44 中製成的亞硫酸，在空氣中放置相當時間，再試驗其中有沒有硫酸根。

結果？詳加解釋.....

.....

.....

.....

.....

.....

亞硫酸所發生的化學變化稱爲甚麼？.....

.....

將下面各反應的方程式寫出來？

水加二氧化硫.....

.....

亞硫酸加氧.....

.....

2. 用一玻棒，取濃硫酸一二滴，加於木條上，等數分鐘。

結果？.....

.....

3. 放白糖約 0.5 克於試管中，用眼藥滴管，加三四滴濃硫酸於糖上。

結果？.....

.....

.....

4. 將木炭一塊放於試管中，加濃硫酸一二 c.c.，加熱。

---

[1] sulfurous acid.

所發生的氣體是甚麼（嗅）？……

……

……

解釋生成此種氣體的原因，記到碳與氧的愛力是很大的，所以碳是一種還原劑

……

……

……

5. 製造氫（練習 3），所應用的是稀硫酸。將鋅一塊放在試管中，加濃硫酸二三 c.c.，試驗濃硫酸是否也有同樣的作用（如沒有作用發生，可將混合物和緩加熱，並試驗發生出來的氣體能否燃燒及嗅怎樣）。

稀硫酸及濃硫酸對於鋅的作用不同的原因安在？……

……

……

……

……

回想硫酸對於氯化鈉的作用（試驗 24）及對於硝酸鈉的作用（試驗 37）。

硫酸有何種性質，故能作爲製造他種酸之用？……

……

姓名……日期……

練習 20. 溴

討論 溴是鹵素（造鹽元素）的一種，其他的鹵素還有氯，碘，及氟。回想你在試驗室中所得到的關於氯的知識，比較它和溴及碘的異同。

概要 說出各種鹵素的名稱，及其中三種元素的類同製造方法。把溴的性質作一摘要，並述溴在試驗室中的製造方法二種。

> 天下試驗家的第一樂事，是能發現一種新發明；假如自己又能看到他的發明實際應用於社會，則其樂更甚。
>
> ——巴斯德——

姓名……日期……

試驗 47. 硫酸及氧化劑對溴化物的作用

用具 曲頸瓶；試管和燒杯（圖 55）；漏斗；試管二支；鐵架。

材料 溴化鉀[1]或溴化鈉[2] 3 克；二氧化錳 4 克，稀硫酸 50 c.c.，有色洋布一條；四氯化碳[3] 2 c.c.（R. S.）氯水[4]（R. S.）

注意 溴的蒸氣是不能吸進肺去的，它的液體又能發生危險的燃燒。

1. 將溴化鉀或溴化鈉二克與二氧化錳 4 克的混合物放入曲頸瓶中（A，圖 55），用一漏斗，加些稀硫酸進去。把曲頸瓶震搖，使其中的物質均勻混和，在試管 C 內盛相當量的水，使曲頸瓶的一端剛能伸在水面之下。

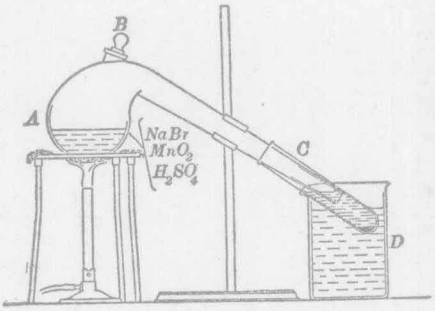


圖 55. 硫酸與二氧化錳及溴化鈉作用製溴

現在將曲頸瓶和緩加熱。加熱後，溴即發生，且蒸餾而出。繼續加熱，使全部的溴都蒸餾出來。在停止加熱之前，應先將曲頸瓶的塞子除去。

說出溴的液體和蒸氣的色。並將此液體的密度與水的密度比較之。……

……

……

2. 取一試管，加 $\frac{1}{3}$ 的水，再加四氯化碳 2 c.c.。倒一些此液體（溶液）在溴中震搖，靜放。

四氯化碳能溶於水嗎？……

……

溴使四氯化碳變成甚麼顏色？……

……

四氯化碳及水這二種液體，溴在那種中的溶解度較大？……

……

3. 將有色洋布浸入溴中。

---

[1] potassium bromide. [2] sodium bromide. [3] carbon tetrachloride. [4] chlorine water.

將剩餘的溴保存，以備下面試驗時應用。

姓名.....日期.....

試驗 48. 氯與溴的置換

用具 試管

材料 溴化鉀或溴化鈉結晶；氯水（R. S.）四氯化碳 2 c.c.（R. S.）

1. 將一二塊溴化鉀結晶溶解於四分之一試管量的水中，加四氯化碳 2 c.c.，震搖。

有溴發生嗎？.....

.....

2. 再加氯水一二 c.c.，震搖；在此，四氯化碳是沒有作用的，祇不過作爲純溴的一種溶媒吧了。

如何可知試管中有單獨的溴存在着？.....

.....

.....

.....

將此種變化詳加解釋.....

.....

.....

.....

.....

.....

寫出這變化的方程式.....

.....

將溴水保存，至練習 21『碘及氯化氫』時應用。

姓名……日期……

試驗 49－H. 溴化氫及他種溴化物（氫溴酸的鹽）

用具　試管。

材料　溴化鉀 1 克；硫酸；硝酸銀溶液（R. S.）；藍色石蕊試紙。

1. 將溴化鉀 1 克，放於試管中，加硫酸四五滴，即可發生溴化氫。溴化氫逸出管外，與空氣中的水蒸氣接觸，即成浮雲狀。如在試管口吹一些氣，使水蒸氣增加一些，則此種浮雲狀更爲顯著。

用潮濕的藍色石蕊試紙，試驗此種蒸氣……

……

在溴化氫的蒸氣中，尙有一種紅色溴的蒸氣，及二氧化硫氣體存在着。（小心嗅一下此種氣體的氣味，鑑別其中有沒有二氧化硫）。

溴化氫是一種不安定的化合物，分解時，即生氫及溴。又濃硫酸是一種氧化劑（試驗 46－H）。試解釋溴化氫氣體中，含有溴及二氧化硫的原因。……

……

……

……

……

『溴化氫』及『氫溴酸』二名詞，有何區別？……

……

……

2. 氫溴酸是一種不安定，且不常用的酸；但它的鹽類（溴化物）卻是很安定的。研究溴化鉀及他種溴化物的性質；並將溴化鉀結晶一小塊，溶於 5 c.c. 的水中，依試驗 25 鑑別氯離子的方法，試驗溴化鉀的水溶液。

單用此種鑑別法，能鑑別溴離子及氯離子否？……

……

……

姓名.....日期.....

練習 21. 碘及氟化氫

討論 應用你已知關於鹵元素的知識，試爲試驗 50，那是製造碘的試驗，立一標題。（參閱試驗 47）。

概要 說出碘在加熱時與他種固體的異點；並述三種在試驗室中製碘的方法。

格累姆（Graham）的研究工作，世界各國無不承認他有非常偉大的價值。最可欽佩的，是他試驗時每用非常簡單的器具，然能發現非常重要的發現。

姓名.....日期.....

試驗 50. .....

用具　燒杯（250 c.c.），蒸發皿，如圖 56 所示；試管二支；鐵架。

材料　碘化鈉[1] 4 克（碘化鉀[2]亦可）；粉狀二氧化錳 4 克；濃硫酸；酒精 2 c.c.；四氯化碳 2 c.c.（R. S.）。

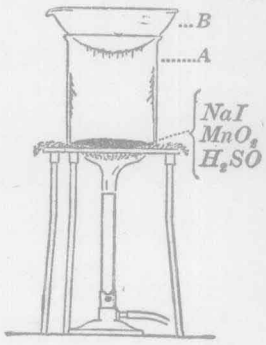


圖 56.

1. 將粉狀的碘化鈉 3 克及二氧化錳 2 克在紙上混合起來。將這混合物放在燒杯 A 的底上（圖 56）。在蒸發皿中盛滿冷水。於是加 5 c.c. 的硫酸到燒杯中的混合物上。拌勻，立刻以蒸發皿放在燒杯的上面，如圖所示。將燒杯中的混合物加極和緩的熱，並將燈移動，使燒杯各部能均勻的受熱。注意所發生出來的蒸氣的顏色，此種蒸氣，即能在燒杯的邊上，及蒸發皿的下部凝成灰黑色的結晶。最後停止加熱，等數分鐘，使全部的蒸氣差不多完全凝固。

說出蒸氣的顏色，及固體的顏色.....

.....

.....

.....

.....

2. 取一塊在 1 中製成的碘結晶，放在試管中，和緩加熱。大部的固體加熱時狀態的變化，是先融解而後蒸發。

碘是這樣嗎？.....

.....

.....

.....

.....

3. 試將極少量的碘，放入 1 c.c. 的下列各種液體中，以測它在各液體中的溶解度。水，酒精，碘化鉀的水溶液，和四氯化碳。將各種溶液留在試驗 51，3 中應用。

結果？（應用『溶解』『甚溶解』『稍略溶解』等名詞）並述各溶液的顏色.....

[1] sodium iodide.　[2] potassium iodide.

碘酒是甚麼?

姓名.....日期.....

試驗 51. 碘,氯及溴的置換

用具 試管。

材料 碘化鉀結晶 2 克或 3 克，四氯化碳 4 c.c.（R.S.）；溴水 2 c.c.（R.S.）；澱粉溶液[1]10 c.c.（R. S.）；氯水4 c.c.（R. S.）。

1. 將碘化鉀溶於一試管的水中，取一部分的此溶液，加四氯化碳 2 c.c.，及氯水一二 c.c. 震搖。

有單獨的碘發生嗎？解釋（四氯化碳在此是沒有作用的）.....

.....

.....

.....

2. 在剩下的碘化鉀溶液中，加 2 c.c. 的四氯化碳和一二 c.c. 的溴水，震搖。

有單獨的碘發生嗎？解釋.....

.....

.....

.....

.....

在這三種鹵素中，那一種能置換其餘的二種，那一種能被其餘的二種所置換？.....

.....

寫出 1 或 2 中所發生的變化的方程式.....

.....

.....

.....

3. 將試管二支，插於試管架上，標明 No. 1 及 No. 2.。各盛一半量的澱粉溶液。在No. 1 中，加數滴在試驗 50 中製得的碘液；在 No. 2 中，加一塊像一粟麥一樣大小的碘化鉀結晶，將混合物震搖，使碘化合物溶解。

單獨的碘能使澱粉溶液變色嗎？.....

.....

[1] starch solution

化合着的碘能使澱粉溶液變色嗎? .....

.....

4.現在，加 1 c.c. 或 2 c.c. 的氯水到 No. 2 中，再將此混合物震搖。

記載並解釋其結果（如它的顏色太深，可倒去一部分的液體，另以一些水冲淡之）

.....

.....

.....

姓名.....日期.....

試驗 52－H. 碘化氫及其他的碘化物（氫碘酸的鹽類）

用具 試管。

材料 碘化鉀；濃硫酸；硝酸銀。

1. 碘化氫，較溴化氫更不安定。

當濃硫酸與碘化鉀結晶作用時，你猜能發生何種變化？（與硫酸和溴化物，氯化物之作用比較之）。.....

.....

.....

.....

將上述的作用試驗一次；把能證明你的猜想的現象記載下來。.....

.....

.....

.....

2. 氫碘酸是不安定的，但是它的鹽類卻是安定的。試研究碘化鉀的性質。製備一種此種鹽類的溶液，並研究硝酸銀對此溶液的作用，是否與對氯化物及溴化物的作用相同？

記載其結果，將所發生的反應，用方程式表示之。.....

.....

.....

.....

名.....日期.....

試驗 53－H. 氟化氫

用具 平玻璃一塊；小鉛皿，或裏面塗有石蠟[1]的蒸發皿。

材料 石蠟 2,3 塊（大小與豌豆相同）；氟化鈣[2] 3 克；濃硫酸。

注意 氟化氫是很毒的，所以不可吸進去；它的溶液亦不可和皮膚接觸。

將一小塊石蠟放在一塊平玻璃上，用小火慢慢加熱。當石脂融化時，將玻璃左右傾斜，使玻璃上均勻的結有一層蠟。蠟冷後，用針將你的名字寫在蠟上，（蠟須寫穿，可見玻璃的面）。取氟化鈣 3 克；放在鉛皿或蒸發皿中。加相當的硫酸，使成糊狀。以玻璃塗蠟的一面緊緊的蓋在皿上，將皿及玻璃放在換氣櫥中，約一小時後，取出，將蠟括去，觀察這玻璃。

把結果寫出來，並將一切的反應均用方程式表示之。.....

.....

.....

.....

.....

[1] paraffin. [2] calcium fluoride.

姓名……日期……

練習 22. 磷族

討論 本練習的各試驗，是爲研究教本 355 頁周期表中第五類，及第 360 節而設的。同時又可證明周期律表有何應用。

磷，砷，銻及鉍都是磷族的元素，在周期律表中屬於第五類。所以它們的普通氧化物的化學式，是 R_2O_5（或 R_2O_3），它們的氯化物的化學式是 RCl_3。你在研究磷族的進行中，應注意各元素類同的化學行爲；成酸元素及成鹼元素的遞變情形；及從非金屬到金屬，從較輕的原子量到較重的原子量次序。

概要 用磷族作例，說明周期律對於你的化學研究有何幫助。

失敗乃成功之母

姓名..... .....日期..... .....

試驗 54. 磷及其化合物

用具 廣口瓶（250－c.c.）；燃燒匙；玻璃片；小燒杯；鑷子；10 cm. 長的鐵絲一條。

材料 和半粟豌豆那麼大的磷一塊，（必要時，可交教師保管）；石蕊試紙（紅色及藍色）；鉬酸銨溶液[1] 10 c.c.（R. S.）；氫氧化銨；硝酸。

1.（將試驗 32 所述，取磷時的注意點仔細再讀一次）。在廣口瓶（250－ c.c.）底上加一些水，水的深度約爲 1 cm.，用你的鑷子，將一小塊磷放在燃燒匙中，用一燒熱的鐵絲將磷點燃；迅速放入瓶口，並用一玻璃片將瓶口蓋好。在磷的燃燒停止後，將燃燒匙取出，並放於燈上燒數分鐘（使燃燒匙上剩餘的磷都燒去）。用手掌將瓶口按住，將瓶震搖，使瓶中的白煙完全溶於水中。用石蕊試紙試驗其中的液體。

此作用的直接生成物是甚麼？.....

遇到水時，卽變成甚麼？.....

方程式：.....

2. 將此溶液倒入小燒杯中，加硝酸 2 c.c. 或 3c.c.，將溶液加熱，使蒸去一半量的液體。硝酸能氧化瓶中的亞磷酸使成爲磷酸。取此溶液數滴，加於 10 c.c. 的鉬酸銨溶液中，和緩加熱。記載其結果（所生成的化合物，組織是非常複雜的）

此生成物的形色怎樣？.....

.....

.....

.....

將氫氧化銨加於此混合物中，使液體成爲鹼性。

結果？.....

.....

.....

再加硝酸使液體成爲酸性。

結果？.....

---

[1] ammonium molybdate.

加鉬酸銨後所生成的黃色沉澱，雖不溶解於硝酸中，但能溶解於氫氧化銨中，故可作爲鑑別磷酸及其鹽酸之用。

姓名.....日期.....

試驗 55－H. 數種砷的化合物

用具 硬玻璃試管，其長約 12 cm.，內直徑爲 6 mm.，可由學生將一硬玻璃管封其一端，自行製造，（A，圖 57）；放大鏡；玻璃棒；鐵匙。

材料 三氧化二砷[1] 0.2 克；木炭二三克，木炭每塊的大小，約與麥的大小相等。

1. 三氧化二砷的還原 在硬玻璃試管中，放一些三氧化二砷，其量約與二粒麥的量相等。上面再放些木炭粒，炭粒的深度，約爲 2 cm. 或 3 cm.（圖 57），此種木炭須預先放於鐵匙中強熱數分鐘，使其中揮發的物質，都揮發而出。木炭上部的試管邊緣，須十分清潔。

將試管傾斜，強熱炭的上部（圖 57），並保住着這溫度；逐漸的將試管下部，亦放入火焰中。至於試管的上部，則切勿加熱。三氧化二砷遇熱後變成的蒸氣，經過熱的木炭，卽還原而成砷的蒸氣，並凝固在木炭上面試管的冷部分。

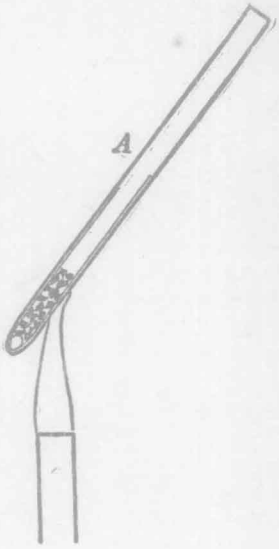


圖 57. 用熱的炭還原三氧化二砷

方程式：.....

砷的形色怎樣？.....

2. 砷的氧化 將試管在近底部處割斷，除去木炭，必要時可用一玻璃棒將它從試管。的底部推出。於是用極小的火焰將試管中結有砷的部分加熱。試管中的空氣，卽將砷氧化，結果生成一種白色 As_2O_3 結晶，慢慢凝固在試管上端的冷部分。

方程式：.....

生成物的形色怎樣？用擴大鏡觀察之.....

.....

[1] arsenious oxide.

姓名.....日期.....

試驗 56－H. 銻的研究

用具 燒杯（200 c.c.）；拌攪棒；硫化氫發生器（圖 52），磁坩鍋；

材料 銻[1]一二克；鹽酸；硝酸；鋅一條，長度約爲試管的一半，闊度能放入試管卽可；硫化亞鐵[2] 5 克。

1. 將銻約一克放在坩鍋（圖 25）中加熱。生成物是 Sb_2O_3。

方程式：.....

2. 將一塊大小與一粒麥相等的銻放入試管中，加鹽酸，約 3 c.c. 再加硝酸二三滴，使金屬溶解。金屬溶解後，將溶液倒入 100 c.c. 的水中。如有沉澱發生，則再加鹽酸少些，但須一滴一滴的加入，並須不時拌攪，直至沉澱溶解時爲止。

溶液中現在有何化合物存在着？.....

.....

將上面的溶液倒入試管中（倒滿半試管），將那條鋅浸入。

方程式：.....

爲何有此反應發生？.....

.....

3. 在剩餘的溶液中，通一些硫化氫進去（試驗 43－H），所生成的沉澱是 Sb_2S_3。此種化合物，在製造有色橡皮時是常用到的。

方程式：.....

沉澱物的顏色？.....

---

[1] antimony. [2] ferrous sulfide.

姓名……日期……

試驗 57－H. 鉍的研究

用具 磁坩鍋；泥三角架；燒杯（200 c.c.）；拌攪棒；硫化氫發生器（圖 52）。

材料 鉍一二克；硝酸；鋅一條，與試驗 56－H 所用的相同；硫化亞鐵 5 克；鹽酸。

1. 將鉍 1 克放在坩鍋中加熱（圖 25）。生成物是 Bi_2O_3。

方程式：……

此種氧化物的顏色怎樣？……

2. 將一小塊的鉍放入試管中，加硝酸四五滴，如鉍仍不能溶解，可再加數滴。此反應的方程式，與銅和硝酸的作用相同，鉍在此爲三價。

方程式：……

3. 鉍溶解後，將所得的溶液倒入 100 c.c. 水中。如有沉澱發生，則再加硝酸數滴，一滴滴的加入，並不時拌攪，使沉澱完全溶解。

此種沉澱是甚麼？……

方程式：……

4. 取一試管，將此種溶液盛滿半試管，把鋅條浸入。

結果怎樣？……

原因？……

5. 通一些硫化氫到剩餘的溶液中，所發生的沉澱是 Bi_2O_3。

方程式：……

沉澱的形色怎樣？……

姓名.....日期.....

練習 23. 膠狀浮懸體，乳濁液

討論 在化學中，有許多很小很小，小得我們不能看見的東西，如電子，原子，及分子。我們現在要研究一種物質的狀態，這狀態的物質雖然比分子大很多倍，而且人目所能見到，但實際上還可說很小。這種狀態的物質稱爲膠體狀態。在太陽的光線中跳舞着的灰塵，混濁的水流，不清潔的飲水，都是膠狀浮懸體。

如有一液體混合物，其中的一部分液體不能溶解在他一種液體中，而成許多不溶解的小點，存在於混合物中，此種液體，卽稱爲乳濁液。牛奶卽是乳濁液的一種。

概要 做完你的試驗之後，在你的概要中，指出電子，原子，分子，膠狀浮懸體，及乳濁液的異點。並用你本己的文字，討論各種電解質對於膠狀浮懸體的作用，及乳濁劑在製造乳濁液時的作用。

道爾頓是原子說的鼻祖，他終身不娶，致力於研究工作者五十年。

姓名……日期……

試驗 58. 膠狀浮懸體及乳濁液

用具 試管5支；過濾器；250－c.c. 燒瓶；漏斗。

材料 一硫代硫酸鈉[1]結晶；鹽酸；硝酸；濾紙；粘土或普通的泥土約 15 克；稀硫酸，加5滴硫酸在 5 c.c. 的水中製成（小心）；硫酸鋁溶液[2]（R. S.），白明膠[3] 2 克；蛋白[4]；煤油 5 c.c.；從一塊白肥皂割下薄薄的數片肥皂，填入試管的底部，試管中所填的肥皂的高度，約 2 cm.。

1. 膠體狀態 將一塊豌豆大小的一硫代硫酸鈉結晶溶入 10 c.c. 的水中，加稀鹽酸 1 c.c.（1份鹽酸4份水）。注意依下面的方程式所生成的硫的細粉。

$Na_2S_2O_3+2HCl \rightarrow 2NaCl+H_2O+SO_2+S$。

將混合物過濾，並將濾下來的液體靜放一小時。

硫能溶於水嗎？……

濾紙上有硫嗎？……濾液中有硫嗎？……現在的硫是成何種狀態？……

……

2. 將一塊潮濕的粘土或普通的泥土放入盛有蒸餾水 100 c.c. 的燒瓶中，用塞塞住瓶口，用力震搖。靜放數分鐘，使粗大的物質慢慢的沉下。將此混濁的水倒入三支試管中，以A，B及C分別標明試管，將試管A插在試管架上，以備比較之用。加一二 c.c. 的稀硫酸到B管中（稀硫酸之配製，本試驗的『材料』中已述及）。加一二 c.c. 的硫酸鋁溶液到C管中，用力震搖；將 B.C 二管與A管放在一起，觀察三試管中各浮懸體沉澱的速度。任何電解質均可替代你所用的那二種藥品。

沉澱的速度 A……；B……；C……；

爲何江水流入海洋中，能使江口塞住？……

……

3. 將小塊乾燥白明膠放入試管中，膠在試管中的深度約爲一二 cm. 加水 10 c.c.，將液體加熱，至液體潔明時爲止。現在，將試管浸入冰水中，觀察膠凝體的生成。再將試管加熱，使再成潔明的液體，再冷却。

再冷却後，膠凝體又形成否？……

---

[1] sodium thio sulfate. [2] aluminum sulfate. [3] gelatin. [4] white of egg.

4. 把一小部分蛋白加於冷水 10 c.c. 中，將混合物用力震搖。在水中的蛋白，現在是成爲膠體狀態了。將混合物浸於冷水中。

有甚麼形成否？……

將此混合物分成二部分，以一部分加熱。

膠狀體膠結嗎？……

這是不是一種可逆的方法？……

在另一部分中，加硝酸二三滴。

結果如何？……

……

5. 乳浮液　選一樣大小的試管二支，在一試管的底部，放些從白色肥皂上割下來的肥皂薄片。肥皂片的深度約 2 cm.，再盛三分之二試管的蒸餾水。將混合物加熱，並稍震搖，使全部肥皂溶於水中。現在，在其他那個試管中，加三分之二的水，再在每一試管中，各倒煤油 2 c.c.。注意各試管中水面上所浮着的油。

二試管內各物質的形狀各如何？……

……

此種混合物稱爲甚麼？……

將試管靜放五分鐘或十分鐘（或放到第二次試驗時），再觀察管內的液體。

各試管中的油與水分離否？……

肥皂在此的效用如何？……是否像一乳濁劑？……

姓名.....日期.....

練習 24. 碳化氫，烴

討論 將木材，煤，煤油，及骨等物質乾餾，即可發生許多碳的化合物。此種化合物，及此種化合物的衍成物，是在有機化學中研究的。將木材乾餾，可以得獲木炭，木精，及醋酸；將煤油乾餾，可得汽油，火油，及機器油；將煤乾餾，則可得獲煤氣，氨，及其他的化合物。

概要 分餾的意義怎樣？參考試驗 11－H，將化學家常用的二種蒸餾方法對照一下。舉例說明此二種方法在製造碳化氫時的應用。選一種煤油的生成物，說出它是混合物，還是化合物，並詳述其性質。

飢餒的化學家，他那可尊貴的觀念，即他所享的幸福 ——Pole——

姓名……日期……

試驗 59. 木材及煤的破壞蒸餾

用具 A爲硬玻璃試管，B爲普通試管，A和B用玻管連接，B上又裝一玻管C，如圖所示；大燒杯；研鉢及研棒。

材料 木條；軟煤[1]數塊；冰數塊；紅色及藍色石蕊試紙。

1. 在圖 58 的 A 管中，盛半試管的木條或木屑，像圖那樣的連接起來。試管B是放在燒杯中的冰水裏的。把A中的木條加熱，逐漸增加溫度，至沒有變化發生時爲止。試

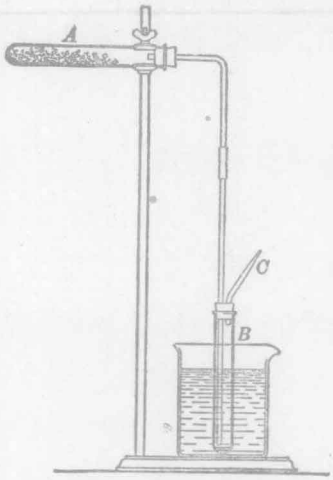


圖 58.

管須夾得鬆一些，加熱時不可燒及木塞，並且不時將從C管出來的氣體試驗，試它能否燃燒。

將下列各觀察所得的結果，填入第 194 頁的表中。

a. 寫出蒸發生成物的氣味，並試驗能否燃燒。

b. 試驗蒸餾所得的液體物質，能否與水混和，並用石蕊試紙試驗之。

c. 當儀器冷却後，將不能蒸發的剩餘物取出並保存，以作下次比較之用。

2. 用軟煤代替木材，依上法再蒸餾一次，再依 a，b，c 三項試驗，但用石蕊試紙試驗一節可省略。

試爲每次蒸餾後的剩餘物，各給一名稱。並與原來的物質，比較它的燃燒性，孔性，及密度。

---

[1] soft coal.

表

	氣體		液體		剩餘物			
	燃燒性	嗅	石蕊試驗	混合性	名稱	燃燒性	孔性	密度
木材								
煤			省略					

姓名……日期……

試驗 60. 乙炔,[1] 汽油和煤油

用具 試管; 250－c.c. 廣口瓶; 木塞; 燒杯;蒸發皿; 表面玻璃; 拌攪棒; 鑷子。

材料 碳化鈣[2]（CaC_2）一塊（如黃豆大）; 煤油及沸點較低的汽油各數滴; 木條。

1. 將試管盛滿水, 倒放於蒸發皿裏的水中。用鑷子夾一塊碳化鈣, 放至管口下面, 把發生出來的氣體收集一試管, 並用火焰試驗之。此氣卽乙炔（C_2H_2）, 是一種碳與氫的化合物。

將你所觀察到的一切, 和乙炔的物理性質及化學行爲都寫出來。……

……

試想出一種乙炔的重要用途。……

……

……

將（1）它的製法, （2）它完全燃燒時的方程式寫出來。……

……

……

2. 先猜想碳化物與水作用後的生成物, 除乙炔外, 還有一種是甚麼。並設計一試驗證明之。

猜想? ……

……

怎樣證明? ……

……

……

……

……

……

……

……

3. 汽油和煤油都是碳化氫的混合物, 向教師取汽油和煤油各數滴, 用一玻璃棒沾一

[1] acetylene. [2] calcium carbide.

些，放近火焰的尖端，試驗它們的着火性。滴 10 滴的汽油在表面玻璃上（換氣櫥）（注意：不要和任何火焰接近），將玻璃放在盛有一半沸水的燒杯上。

記載汽油蒸完所需的時間……

……

用 10 滴的煤油試驗一次。

這二種液體，那一種較易蒸發？……

……

4. 滴二三點汽油在一加熱過的 250－c.c. 廣口瓶中，塞住瓶口，用力搖動，然後取去木塞，手臂伸直，將一燃着的木條放至瓶口。

解釋其結果……

……

……

……

此試驗所告訴我們的性質，可有甚麼應用？……

……

……

姓名.....日期.....

試驗 61－H. 碳化氫中甲烷[1]的數種衍成物：

三氯甲烷[2]，四氯化碳[3]，三碘甲烷[4]

用具 試管；100 c.c. 的燒杯；玻棒。

材料 三氯甲烷 5 c.c.（R. S.）；棉子油[5] 1 c.c.（R. S.）；四氯化碳 6 c.c.（R. S.）；木條；酒精 2 c.c.（R. S.）；碘液 5 c.c.（R. S.）；氫氧化鈉。

1. 三氯甲烷 將下列各項觀察的結果，填入表中：三氯甲烷的氣味怎樣？加 1 c.c. 的三氯甲烷在等容積的水中，它與水能混合否？較水輕，還是較水重？加二滴油（如棉子油）在 2 c.c. 的三氯甲烷中，三氯甲烷是油的良好溶媒否？將玻棒沾一些三氯甲烷，立刻放近火焰，試驗三氯甲烷能否燃燒？

三氯甲烷及四氯化碳

性質及行爲	三氯甲烷	四氯化碳
嗅		
與水的混合性		
與水的比較密度		
是否是油的溶媒		
着火性		

2. 四氯化碳 將在『三氯甲烷』下所述的各試驗重做一次，但以四氯化碳替代三氯甲烷，觀察所得的結果，亦記載於表中。倒 2 c.c. 的四氯化碳在一小燒杯中(100－c.c.)，加熱，使液體的蒸氣，充滿於燒杯中；將一燃着的木條放入蒸氣中。

由這一個試驗，試舉出四氯化碳在商業上的二種重要用途。

1.....　2.....

用四氯化碳洗衣服的油漬，較諸汽油有何優點？.....

.....

3. 三碘甲烷 倒 2 c.c. 的酒精在一小燒杯中，加碘液 5 c.c.，將此混合物一滴一滴的加於氫氧化鈉溶液中，每加數滴後，將液體拌攪，繼續的加，加至碘的顏色完全顯露時爲止。將試管靜放數分鐘，注意黃色固體的生成（三碘甲烷）

[1] methane. [2] chloroform. [3] carbon tetrachloride. [4] iodoform. [5] cottonseed oil.

三碘甲烷的氣味？……

三碘甲烷的主要用途是甚麼？……

姓名.....日期.....

練習 25. 碳水化合物: 糖，澱粉，纖維素

討論 許許多多的物質都是碳的化合物，從前以爲這種化合物祇是和有生物有關的，所以稱之爲有機化合物。此種化合物中，有一類是碳化氫，在練習24中已研究過了。還有三類——碳水化合物，酸，及酯——將在下面三個練習中依次學習。各類化合物的性質及用途，在試驗的時候，祇要在各類中各選一二代表化合物試驗一下，就可以明白的。

概要 在你的概要中，指出碳化氫及碳水化合物的成分有何不同；說出糖及澱粉的鑑別法；解釋『轉化』這名詞的意義；並說明完全由碳和氫做成的化合物及由碳氫和氧做成的化合物，完全燃燒後的生成物各是甚麼?

在德國 Giessen 試驗室中的研究者，天天從黎明工作到黃昏，沒有一個抱怨。 ——利比喜——

姓名.....日期.....

試驗62. 糖

用具 試管三支；小燒杯二隻；拌攪棒。

材料 費令氏[1]溶液A及B各10 c.c.（R.S.），貝來的脫[2]溶液亦可；普通的葡萄糖[3]或玉蜀黍糖漿[4] 5 c.c.；蔗糖[5] 6 克；糖果，蜜，糖漿各一克；碳酸鈉[6]二三克溶解於最少量的水中；紅色石蕊試紙；鹽酸；濃硫酸。

1. 將蔗糖5克放入一舊試管中，先和緩加熱，再加熱至高溫度。

當和緩加熱時，試管的頸上有甚麼物質生成否？.....

.....

.....

加高溫後，試管的底部有甚麼物質剩下否？.....

.....

.....

說出在糖中可能找到的三種元素.....

.....

.....

2. 右旋糖對於費令氏溶液的作用 試驗右旋糖最普通的方法，是應用費令氏溶液。此種溶液是由等量的A液及B液臨時混合而成的，A液及B液的製法，詳述於本書的附錄中。貝來的脫溶液在藥房中可以買到的，可替代A B二液，而得到同一的結果。

倒A液B液各 1 c.c. 在試管中。當二種溶液均勻混和之後，所成的溶液雖然是深藍色，但是十分潔明的。將此溶液加熱，使近於沸騰，加普通的葡萄糖一二滴，（除去一切雜質後的玉蜀黍糖漿亦可應用）；繼續加熱數分鐘。溶液中的硫酸銅被右旋糖還原而成氧化亞銅，故分出一種紅色或黃色的固體。左旋糖對此的作用也是相同。試將糖果，蜜糖，及糖漿各溶於少量水中，試驗此種糖食中有左旋糖或右旋糖存在否。

結果？.....

.....

.....

---

[1] Fehling's solution A and B. [2] Benedict's solution. [3] glucose. [4] corn sirup. [5] sucrose [6] sodium carbonate.

……

……

……

3. 用 2 所示的方法，試驗蔗糖與費令氏溶液的作用。

結果？……

……

……

4. 現在，溶 0.5 克的白糖於 5 c.c. 的水中。加鹽酸三四滴。將試管放在一杯沸水中，放五分鐘左右；再將其中的溶液倒入另一小燒杯中，冷却，加濃碳酸鈉溶液，中和其中存有的酸．加至混合物恰成鹼性時爲止。（用紅色石蕊試紙試驗）。於是，用費令氏溶液像 2 節那樣試驗一次。

此試驗是否告訴你蔗糖已變爲右旋糖？（此種方法，稱爲轉化，其生成物，稱爲轉化糖）……

……

5. 在糖的溶液中，加一些濃硫酸（小心）並加熱（硫酸是除水劑）。

說出你的結果，並解釋。……

……

……

……

……

……

姓名.....日期.....

試驗63. 澱粉；纖維素

用具 250—c.c. 燒杯；拌攪棒；試管3支；漏斗。

材料 碘液[1]（R. S.）；麵粉 0.1 克；澱粉10克；麵包一塊；山薯；鹽酸；碳酸鈉3克。（溶於少量的水中）；紅色石蕊試紙；澱粉液（R. S.）；費令氏溶液（R. S.）濾紙及木條（纖維）；濃硫酸。

1. 將少量的澱粉及木條一條分別放入二試管中。各加少量濃硫酸；靜放數分鐘。

解釋顏色的變化。被酸除去的是甚麼？.....

.....

.....

說出在澱粉及木條（纖維）中所含有的三種元素.....

.....

.....

2. 將濾紙（差不多是純粹的纖維素）燃燒，設法試驗燃燒後的生成物中，有水及二氧化碳否。

將你的試驗方法寫出來.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

碳水化合物，如纖維素等燃燒後，爲何能生成此二種物質？.....

.....

.....

.....

[1] iodine solution.

糖，澱粉，纖維素等物質爲何均稱爲碳水化合物？……

……

……

3.酸與澱粉的作用 試驗澱粉溶液對於費令氏溶液的作用（如試驗 62）。

費令氏溶液還原否？……

加 2 c.c. 的鹽酸於 50 c.c. 的澱粉溶液中，將此混合物沸煮三十分鐘。使溶液變濃，成爲 25 c.c. 左右。冷却，用碳酸鈉中和，再以費令氏溶液試驗此液體。

費令氏溶液還原否？……

與酸共煮，對於澱粉有何作用？……

……

4.澱粉的鑑別法 回想碘對於澱粉的作用（試驗 51 ）。這，可說是鑑別澱粉的好方法。

將各種不同的食品（如麵包，山薯，及麵粉等），試驗其中有沒有澱粉。試驗的方法如下：先將 5 克的食品放在 100 c.c. 的水中，加熱，拌勻，（像麵包那種物質應先分成小塊）；過濾，將濾下來的液體冷却。於是將一玻璃棒，先沾一些碘液，再放入濾下的液體中。

姓名.....日期.....

試驗 64－H. 織物纖維素

用具 小燒杯 4 隻，或試管 4 支；拌攪棒；顯微鏡；（蒸發皿；大燒杯二隻）。

材料 白色棉布，純毛織物，絲及麻布各三條（3 cm.×15 cm.）；氫氧化鈉溶液 50 c.c.；鹽酸；硫酸。

1. 熱對於織物纖維的作用 將棉布條的一端放至本生燈火焰中，點燃，隨即移出。

繼續燃燒否？.....

它的嗅味怎樣？.....

.....

用毛，絲，麻各織物試驗之，你能用此法將植物纖維（棉及麻）及動物纖維（絲，毛）鑑別嗎？

植物纖維？.....

動物纖維？.....

2. 如何鑑別動物纖維及植物纖維 將每種織物各一條，各放在小燒杯中，用氫氧化鈉溶液將各織物條浸沒，把液體加熱十分鐘，加熱時應隨時補加些水，使織物仍舊浸沒在液體中；燒後將燒杯放在一邊，使冷却。

結果？.....

.....

普通的毛織物中大都含棉的。試驗市上出售的毛織物是否由純毛織成，當是一件有趣的事。

你用何種方法，試驗普通的毛織品中有無雜質？.....

.....

.....

3. 如何鑑別各種不同的動物纖維 將絲及毛的布條放在濃鹽酸中浸數分鐘。

有些甚麼變化？.....

4. 如何鑑別各種不同的植物纖維 將棉及麻的布條在濃硫酸中浸二分鐘。

有些甚麼變化？.....

.....

5. 織物纖維在顯微鏡下的形態 觀察放大後各種纖維的形態。

你能將教本上的圖（P. 480）證實否？

姓名.....日期.....

練習 26.酸（有機的）

討論 大家最熟悉的有機酸，就是存在於醋中的醋酸。其他如葡萄中含有的酒石酸；許多植物中都含有的草酸；及檸檬朱欒中所含有的檸檬酸，也都是這一類的化合物。此種酸都能成爲鹽類，最普通的是酒石，那是一種酒石酸的化合物。

概要 用醋酸作爲代表，將有機酸的性質及來源，與無機酸的性質及來源比較一下。

各種科學都有相同的目的，卽有尋求自然界中的理論。 ——愛默生——

姓名.....日期.....

試驗 65. 醋酸；醋

用具 蒸發皿；燒杯（100－c.c.）；量筒；拌攪棒；（滴管或刻度量筒管；250－c.c. 燒瓶）。

材料 醋酸 5 c.c.（R. S.）；各種不同的醋各 30 c.c.；酚酞[1]試藥溶液 1 c.c.（R. S.）；藍色石蕊試紙；普通桌上放着的氫氧化鈉溶液；（即已知濃度的氫氧化鈉溶液，標準溶液最爲適用，即 1 升溶液中含有 40 克氫氧化鈉的溶液）。

1. 醋酸的性質 倒 5 c.c. 的醋酸在一小燒杯中。將它的嗅記載下來，並用藍色石蕊試紙試驗之。然後將酸加於 50 c.c. 的水中，均勻混和，取一滴，嘗它的味。

嗅？.....與石蕊試紙的反應？.....味？.....

現在，將酚酞試藥溶液二三滴，加於此酸的稀溶液中。再將你桌上的氫氧化鈉溶液一滴一滴的加於溶液中，每次加氫氧化鈉後，均須將液體均勻拌攪。繼續的加，至溶液中和時爲止。（參閱試驗 31－H）。此種作用，可以方程式表示如下：

$$NaOH + \underset{(醋酸)}{HC_2H_3O_2} \rightarrow \underset{(醋酸鈉)}{NaC_2H_3O_2} + H_2O$$

將此溶液盛於蒸發皿中，蒸發使乾，剩下來的固體，即醋酸鈉。

醋酸鈉的性質如何？.....

.....

此化合物是屬於那一類的？.....

2. 測定醋中的固體量 （定量），在這試驗中，各學生所用的醋，最好彼此不同，這樣才可將各種結果互相比較。將一小蒸發皿的重量稱出來，並記載其重量在表 1 中，在蒸發皿中盛一定量（說是 25 c.c. 吧）的醋，將醋蒸發至全乾（圖 39），用乾燥的布將皿底擦淨，再稱它的重量，並記載其重量於表中。

固體剩餘物的氣味怎樣？.....

.....

固體剩餘物的味道怎樣？.....

從你的結果，計算 100 c.c. 的醋中有若干固體存在，純粹蘋果汁醋[2] 100 c.c. 中，至少含有 1.6 克的固體（此種限制是美國聯邦政府所規定的，其他國家的規定也差不

---

[1] phenolphthalein solution. [2] pure cider vinegar.

多）。其他如蒸餾過的醋[1]，及白醋[2]中所含有的固體，實則很少。蘋果醋中的固體，有一種像蘋果那樣的氣味及味道。各種固體的性質，因醋的來源不同而不同的。

表 1.

（1）蒸發皿的重量……g.

（2）蒸發皿及剩餘物的重量……g.

（3）所取的醋中的固體的重量（1 與 2的重量的差）……g.

（4）100 c.c. 的醋中所含有的固體的重量……g.

3.（高材生）測定醋中的酸性强弱 美國聯邦政府規定，100 c.c. 醋中所含有的醋酸量，不得低過 4 g.。醋中酸量的多少，可依下法測定。

先配製一種已知濃度的稀氫氧化鈉溶液，如用標準溶液配製，則可取標準氫氧化鈉溶液 10 c.c.（準確的），溶解於 100 c.c. 的水中，並均勻混和。依此配成的稀溶液，每 1 c.c. 中恰含有 0.004 克的氫氧化鈉，故非常合用。用一刻度量管（或滴管），量 5 c.c.（準確的）的醋，盛入 250－c.c. 的燒瓶中，加水 50 c.c.，又加酚酞試藥 2 滴。其次將一滴管，盛滿氫氧化鈉溶液，依試驗 31－H 的方法，將氫氧化鈉一滴一滴的滴入瓶中，至溶液中和時爲止。每次加氫氧化鈉後，應將瓶輕輕轉動，使溶液均勻混和。從中和所需的氫氧化鈉的容積，計算中和醋中的醋酸所需要的氫氧化鈉的重量，（參閱教本 210 頁第一節下的方程式）。再由此結果，計算所取的 5 c.c. 醋中，含有醋酸若干克。將各結果記入於表 II 中。

表 II.

（1）所應用的氫氧化鈉溶液 1 c.c. 中，所含有的氫氧化鈉的重量……g.

（2）中和 5 c.c. 醋中的酸，所需要的氫氧化鈉的 c.c. 數……

（3）中和 5 c.c. 醋中的酸，所需要的氫氧化鈉的重量（計算）……g.

（4）5 c.c. 的醋中所含有的醋酸重量（計算）……g.

（5）100 c.c. 的醋中所含有的醋酸的重量（計算）……g.

---

[1] distilled vinegar. [2] white vinegar.

姓名……日期……

練習27。 酯

討論 乙酸乙烷卽是一種簡單的酯。它是一種無色液體，在78°時沸騰，並有一種香美的氣味。將醋酸中的一個氫原子，用一價的乙烷基 C_2H_5 置換，卽可製得這種化合物。實際上製造的方法，是將醋酸與乙醇共熱。

概要 選一無機鹽，將應用中和作用製成此鹽的方法，與製造酯的方法對照比較一下（須應用方程式）。選一脂或油，說出它的性質，和鑑別此種物質的方法。

科學的田野非常廣大，足夠供給一切工作者的需要，有些人割取豐富的莊稼，有些人收拾遺下的穀子，割取者和拾遺者各享受他應有的收獲。在科學界中的利益是均霑的。 ——Dumas——

姓名……日期……

試驗 66. 脂及油

用具 250－c.c. 燒瓶；試管；拌攪棒。

材料 冰醋酸[1]（R. S.）10 c.c.；濃硫酸；乙醇[2]（R. S.）10 c.c.；脂或油二三 c.c.；（如棉子油，橄欖油[3]，豬油，牛油，乾酪[4]，牛奶素）；四氯化碳（R. S.）；白紙一張。

1.（如無純粹酒精，此節可略去）用下面的方法，製造乙酸乙烷。將冰醋酸 10 c.c. 倒入 250－c.c. 燒瓶中，非常小心的加 5 c.c. 硫酸下去，一滴一滴的加，並不時拌攪混和。再加酒精 3 c.c.。稍略加熱。當你聞到一種芳香的氣味時，乙酸乙烷卽已製成了。（不要直接的將瓶放到鼻子的近邊聞它的氣味，用手將它的氣味拂近鼻邊來）。以酒精數滴放入試管中，加熱，將酒精的氣味和乙酸乙烷的氣味比較一下。此作用中的硫酸是沒有變化的，祇不過是一種除水劑（參閱試驗 63）

完成下面的表（其中各酸均爲一鹽基酸，丙烷根（C_3H_5）是三價的）。

酸		酯	
名稱	化學式	名稱	化學式（參閱『討論』）
醋酸（液體）	$H \cdot C_2H_3O_2$	乙酸乙烷	……
硬脂酸（固體）	$H \cdot C_{18}H_{35}O_2$	硬脂酸丙烷（硬脂）	……
棕櫚酸（固體）	$H \cdot C_{16}H_{31}O_2$	棕櫚酸丙烷（棕櫚脂）	……
油酸（液體）	$H \cdot C_{18}H_{33}O_2$	油酸丙烷（油脂）	……

2. 照試驗 61－H 的方法 試驗油及脂的代表化合物，在水，酒精，及四氯化碳中的溶解度。

在水中的溶解度……

在酒精中的溶解度……

在四氯化碳中的溶解度……

在現在，還沒有一種簡單且正確的鑑別油及脂的方法；但因油脂較難蒸發，所以下面的方法也可應用一下。將各種油脂，如棉子油，乳酪，豬油，或牛油，分別塗在一張白紙上。將紙放在光亮的地方，觀察那些漬點的形狀，然後將紙稍略加熱，再觀察那些漬點有否消失。

漬點的形狀？……

[1] glacial acetic acid. [2] ethyl alcohol. [3] olive oil. [4] cheese.

加熱後漬點消失否？……

用此方法，試驗各種乾酪，（取一小塊，稍加熱，擦於紙上）及牛奶，其中有無油脂存在。

有油脂存在否？……

姓名……日期……

練習 28. 金屬的化合物

討論 以前各試驗中所學習的元素，都是非金屬元素。其中有許多是氣體，有許多是成酸物質，它們的原子中最外層上的電子，是差不多近於完整的。在這一個練習中，你將學習由非金屬元素及金屬元素所合成的化合物。大部分的金屬是質重，而有銀色光彩的固體，並且是成鹼物質。此種原子最外層上的電子，爲數是很少的。

概要 在你的概要中，用化學家的眼光將金屬及非金屬比較一下；說出製備鹽類的數種方法；並將電化序錄入。如可能，從你的記憶寫成你的概要。

杜耶在 1811 年發現氯化氮的代價，是三個手指一個眼睛；他雖受了這樣利害的損傷，他仍舊繼續不斷的研究，最易爆炸物質。

姓名.....日期.....

試驗 67. 化合的一般製法

用具 試管6支。

材料 氯化鈣[1]，硝酸鉛[2]，氯化鋇[3]，氯化高鐵[4]，硝酸銀[5]，碘化鉀[6]，各0.1克，各溶於5 c.c. 的水中，（藥品架上的溶液有些也可應用），碳酸鈉[7]溶液（R.S.）；鹽酸；濃硫酸；氫氧化銨。

1.元素直接化合法 回想硫化鐵（試驗 43－H,2）；及氯化鋅（試驗 22.5）的生成情形。將每種反應的方程式寫出來。

方程式：1.....

2.....

2.將金屬或金屬的氫氧化合物溶於相當酸中法 回想硫酸鋅（試驗 7－H），氯化鈉（試驗 29），及硝酸銅（試驗 39－H.4）的生成情形。將每種反應的方程式寫出來。

方程式：1.....

2.....

3.....

各反應中所生成的化合物，是那一類的化合物？.....

3.將某酸的鹽與沸點較高的另一種酸作用法 回想硫酸對硝酸鈉的作用（試驗37），鹽酸對硫化鐵的作用（試驗 41），硫酸對氟化物的作用（試驗 53－H）；硫酸對氯化物的作用（試驗 24）；及鹽酸對碳酸化合物的作用（試驗 16）。

方程式：1.....

2.....

3.....

4.....

5.....

此種反應中，有那一點是彼此相同的？.....

.....

---

[1] calcium chloride. [2] lead acetate. [3] barium chloride. [4] ferric chloride. [5] silver nitrate. [6] potassium iodide. [7] sodium carbonate.

4.分解化合物法 回想熱對於氯酸鉀（試驗4），對於氧化汞（試驗3）；對於結晶氯化鋇（試驗18）等化合物的作用。

方程式：1.……

2.……

3.……

5.使生成不溶解的固體法 下列各化合物是不溶解的：（閱附錄中的溶解度表），碳酸鈣（$CaCO_3$），硫酸鉛（$PbSO_4$），碳酸鋇（$BaCO_3$）氫氧化鐵（$Fe(OH)_3$），氯化銀（$AgCl$），碘化鉛（PbI_2）。試將以上各種化合物各製少許。

方程式：1.……

2.……

3.……

4.……

5.……

6.……

姓名……日期……

試驗 68. 金屬與金屬鹽的置換

用具 試管4支，擴大鏡。

材料 Ag, Pb, Hg, Cu, Zn 等鹽的溶液（R. S.）；銅條及鋅條；硝酸；重鉻酸鉀[1]溶液（R. S.）

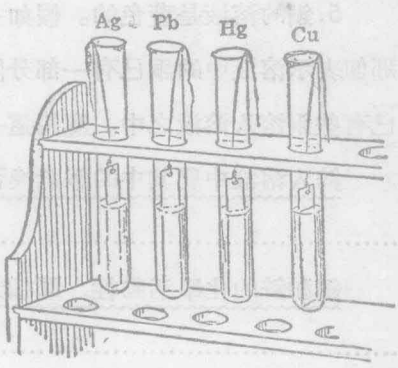


圖 59. 試驗金屬與金屬鹽的作用

1. 將各試管插於試管架上，分別標明 Ag, Pb, Hg, Cu 等字樣。倒 2 c.c. 各種鹽溶液於各該試管中。用一條線，將預先括過，或先用一滴濃硝酸洗過，使露着光亮的表面的鋅條，（約半吋長），掛於各個試管中，靜放十五分鐘。

將汞鹽溶液中的鋅條取出，用擴大鏡觀察，鋅有沒有走入溶液中？假如見鋅的表面粗糙，好像腐蝕過的樣子，則必有一部分已溶入溶液中，用手將鋅面摸擦一下。

鋅溶解否？與汞鹽中的汞置換否？……

……

2. 將硝酸銀溶液中的鋅條取出，並把試管震搖，使黏着的物質走入溶液中。照1的方法觀察之。

結果？……

……

3. 將寫着 Ag 的那個試管中的液體倒去，用濃硝酸二三滴，溶解其中的結成物，再用少量的水稀釋一下，並濾去不溶解的物質。加數滴任何氯化物溶液於濾液中。

結果？……

……

你想，溶解在硝酸中的究竟是甚麼物質，故能與氯化物的溶液發生此種結果？鋅有否走入溶液中，並將銀鹽中的銀置換出來？……

……

4. 對於標着 Pb 的那個試管，也照第2及第3兩節的手續做一次。但第3節中所加的氯化物溶液，在此則以重鉻酸鉀溶液代替之。

---

[1] potassium dichromate.

沉澱物的形色怎樣？假如是黃色的，即表示有鉛存在着。鋅走入溶液中，並與溶液中的鉛置換過了嗎？……

……

……

……

5. 銅的溶液是藍色的。假如一種藍的溶液，經過變化之後，它的藍色是淺了一些，那即表示溶液中的銅已有一部分除去；如無色的溶液經過變化之後，成爲藍色，則表示已有些銅溶入溶液之中。應用這一段敍述，考察鋅條在銅鹽溶液中的作用。

鋅入溶液中與其中的銅置換否？……

……

銅和鋅的化學活動性，那種大一些。……

……

你的結果，與本書第316頁的電化序表符合否？……

鹽溶液	對於鋅條的作用（鋅溶解否）	結成物的形色	析出的金屬的名稱	方程式
1.				
2.				
3.				
4.				
	銅條			
5.				
6.				
7.				
8.				

姓名.....日期.....

練習 29. 各種簡單的鹽的鑑別法

討論 化學家應用化學的鑑別法，能將各種物質的成分找出來。最簡單的化學分析方法，是將物質，放入火焰中，觀察所發生的焰色，或加一些硝酸鈷，再用吹管試驗，或應用硼砂球鑑別法。這種種的試驗方法，可以告訴你許多未知的化合物的成分。

概要 將本練習所學到的金屬鑑別法及酸根鑑別法，表述於下：

有學問的好研究自然，　愚蠢的喜歡安於所素。　——波甫——

姓名……日期……

試驗 69. 鑑別金屬鹽的溶液中所存在的金屬法（焰色鑑別法）

用具 鈷玻璃（藍色）二三塊。

材料 玻璃瓶數隻，各配一木塞，木塞上插一玻璃棒，玻棒的一端插有 1 in. 長的白金絲。瓶中則分別盛 Ca, Na, K, Sr, Ba,等金屬鹽的溶液。又一瓶盛 Na 與 K 二種鹽的混合物。

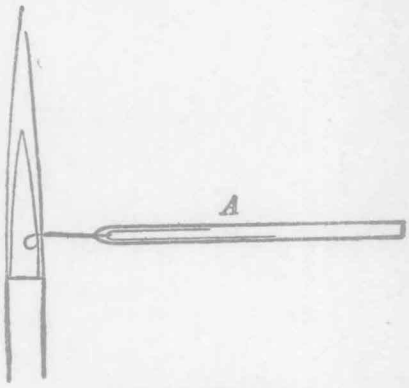


圖 60. 焰色鑑別法

1. 將各瓶中的白金絲，分別放在本生燈（或酒精燈）的無色焰中，（圖 60）；祇能將白金絲的尖端放入火焰中；如玻璃棒亦放入火焰，玻棒有時會破裂的。將每次的火焰顏色，記載於表中，並把白金絲再放於原來的瓶中，切勿放於桌上。

把藍玻璃放在你眼前，觀察 Na, K, 及 Na 與 K 的混合物的火焰顏色。（並非白金絲的顏色）。

各鹽使火焰變成的顏色，是依鹽中的陽離子而定的。

	鹽的分子式	火焰的顏色	
1. Ca			
2. Sr			
3. Ba			
		用藍玻璃	不用藍玻璃
4. Na			
5. K			
6. Na 及 K 的混合物			

如何鑑別鈉鹽及鉀鹽混合物中有沒有鈉或鉀存在？……

……

……

……

2. 向教師索一二種未知成分的化合物，鑑別之。

結果（焰色）。……

……

……

其中的陽離子是甚麼?……

……

……

姓名……日期……

試驗 70. 硼砂球鑑別法

用具 白金絲；試管。

材料 硼砂[1]粉 3 克；鈷鹽[2]，銅鹽[3]，及錳鹽[4]溶液各 1 c.c.（R. S.）；鹽酸。

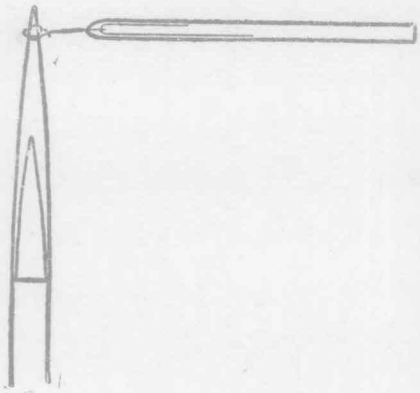


圖 61. 使成一硼砂球

1. 將白金絲的一端捲在鉛筆的尖端，使成一小圓圈，稍略潮濕一下，放入硼砂粉中，使白金絲上附有一些硼砂粉；再將白金絲放入本生燈火焰的最熱部分，（圖 61）緩緩轉動。白金絲上的硼砂先稍膨漲，最後則縮成一小而透明的球。如覺到那個球是太小了一些，可再加一些硼砂，再加熱一下。若要使那個球與白金絲脫離，可將白金絲先燒熱，再浸入水中，突然的冷却，即可使球與白金絲彼此脫離。在此試驗中，觀察硼砂球的顏色，即可鑑別存在於某鹽中的陽離子是甚麼？

2. 將鈷鹽溶液一滴放於無色透明的硼砂球上，將球放入火焰中加熱，如球變爲黑色，則再加一些硼砂於球上，並再放在火中燒一下，至球透明時爲止。將球放於白色物體的前面，觀察球的顏色。

說出鈷球的顏色。……

……

3. 試驗完畢之後，將用過的白金絲在燒熱的時候，浸於水中，擦淨，並放入鹽酸中洗一下。於是再試驗銅球及錳球的顏色。

銅球的顏色……

……

錳球的顏色……

……

……

---

[1] powdered borax. [2] cobalt salts. [3] copper salts. [4] manganese salts.

实验70. 硫酸铜结晶法

用具 白色瓷[illegible]；[illegible]。

材料 硫酸铜(3克)；[illegible]、[illegible]、[illegible]、[illegible]各1 c.c.(1滴)；[illegible]。

1. 溶解白色瓷[illegible]一[illegible]。[illegible]一小[illegible]，[illegible]一下，[illegible]中，[illegible]白色瓷[illegible]一[illegible]；如果白色瓷[illegible]成本[illegible]。（[illegible]）[illegible]。白色瓷[illegible]，[illegible]一个[illegible]，[illegible]一[illegible]。[illegible]一[illegible]。[illegible]一个，[illegible]。[illegible]，[illegible]。[illegible]，[illegible]。[illegible]

姓名……日期……

試驗 71. 硝酸鈷及吹管鑑別法

用具 吹管。

材料 木炭一塊（8 cm.×3 cm.×2 cm.）；硝酸鈷[1]（R. S.）；金屬鋅，鎂，及鋁各數塊，或此種金屬鹽的結晶，如硫酸鹽等，各二三塊；鉛一塊；氧化鉛[2] 2 克。

1. 吹管的用法 將本生燈的小孔封閉，使生一光亮的焰；再將火減小，使其高度約爲 3 cm. 左右。（如用酒精燈，則此等手續可略去）。現在，將吹管的尖端放於火焰的下部焰內，慢慢的吹（圖 62，63），使火焰彎過去，如圖所示。鼓漲你面頰的肌肉， 將

圖 62.

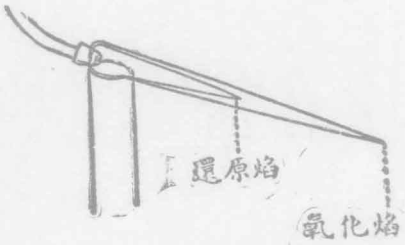


圖 63.

你呼出來的氣體吹入吹管中，這樣練習，至能造成連續而且穩定的火焰時爲止。此種火焰，可分爲二部分，一部分在裏面，一部分在外面。裏面的火焰中含有多量的一氧化碳。故是還原焰；外面的部分，溫度甚高，並且與空氣中的氧接觸着，所以是氧化焰。

在木炭的一端挖一小孔，將鉛一塊放入孔中，並用氧化焰將炭中的鉛加熱，如圖所示（圖 62）。加熱後鉛則變成氧化鉛（PbO），故木炭孔中的表面上，生成了許多黃色的固體。

將木炭的孔洗淨，另以氧化鉛 2 克，與水混和，使成糊狀，放入孔中，並用還原焰加熱（將木炭放近內焰的尖端），氧化物卽逐漸還原成金屬鉛。在進行下面第二節的試驗以前，應先澈底了解此種反應。

注意 將木炭保存，以備將來應用。但是須用水將木炭孔中的火燼完全消滅，如將用過的木炭，放於不

---

[1] cobalt nitrate. [2] lead oxide.

能燃燒的缸中，如陶器集氣槽中，最好。

2. 將鋅或硫酸鋅放於清潔的木炭上，用氧化焰加熱。研究加熱後剩下來的物質，並將結果記載於表中。冷却，加硝酸鈷少些，使略潮濕，並再加熱。將結果記載於表中。

用鎂或硫酸鎂代替鋅，再試驗之。將結果記載於表中。

加熱的物質	剩餘物的名稱及化學式	氧化物顏色（冷後）	加硝酸鈷後加熱的顏色
1.			
2.			
3.			

姓名……日期……

試驗 72. 鑑別未知鹽的成分，及鑑別水中所含的鹽類

用具 試管，表面玻璃；吹管；蒸發皿。

材料 硝酸銀[1]（R. S.）；氯化鋇[2]（R. S.）；硝酸鈷[3]；硫酸亞鐵[4]（R. S.）；濃硫酸；試驗 70 及 71 中所試驗過的鹽一二種（標明號碼，以資分別）。

1. 試驗自來水或井水中有沒有氯化物（參閱試驗 25），有沒有硫酸鹽（閱試驗 45），及有沒有硝酸鹽（閱試驗 38）。並依下面的方法，試驗水中有沒有碳酸鹽：將水 200 c.c.，蒸發至乾，再加些鹽酸於剩餘物上，如發生泡沫，即可證明水中含有碳酸鹽，將各結果立表於下。如作用極微，則記『微量』二字。

做第二節的試驗之前，你應先回答下列各問題：怎樣才可鑑別某物質是否硫酸鉛？是否碳酸鋅？是否硫酸銅？假如有種物質，（1）用硝酸鈷及吹管試驗，能發生藍色，（2）溶液中加些氯化鋇能生白色沉澱，則各是甚麼物質？

2. 向教師要一些未知成分的鹽，放於清潔的表面玻璃上，將此鹽的號碼記下來。取一小部，以吹管及硝酸鈷試驗之，將結果記載於表中。再取另一部分，試驗它能否溶解於水，如不能溶解於水，則將剩下來的部分用硼砂球試驗，並試驗它是否碳酸鹽。如能溶解於水，則用硼砂球試驗其水溶液。並將此溶液分成三部分，作氯化物，硫酸鹽，及硝酸鹽的鑑別。將各結果填入表中。如時間許可，再依此方法，試驗他種鹽或水的成分。

試驗的物質	硼砂球的顏色	吹管試驗	碳酸鹽	氯化物	硫酸鹽	硝酸鹽
水……	略	略	……	……	……	……
	……	……	……	……	……	……
鹽……	……	……	……	……	……	……
……	……	……	……	……	……	……
……	……	……	……	……	……	……

所試驗的水是從那裏取來的？……

……

其中所含的鹽是甚麼？……

……

[1] silver nitrate. [2] barium chloride. [3] cobalt nitrate. [4] ferrous sulfate.

姓名……日期……

練習 30. 鈉及其化合物

討論 在用途極廣的許多化合物中，有一部分是鈉的化合物，尤其是氫氧化鈉，碳酸鈉，酸性碳酸鈉，硝酸鈉，及氯化鈉（即是食鹽）用途最廣。研究它們的性質，即可明白它們的用途：氫氧化鈉與油脂作用，即成肥皂；酸性碳酸鈉可發生二氧化碳，故可在發酵時當作發氣劑之用；碳酸鈉能溶解油脂，故在製造玻璃的時候，常用它作爲清潔劑；至於硝酸鈉，則是一種普通的肥料。

概要 用你本已的經驗，證明『討論』中第二句話（研究它們的性質，即可明白它們的用途）的眞僞。

我國古時也有許多人研究科學，祇因不曾注重實驗，所以一無所成。

姓名.....日期.....

試驗 73. 鈉，及各種鈉的化合物的物理性質及化學行爲

用具 燒杯；250 c.c. 燒瓶；硬玻璃試管；蒸發皿及玻璃蓋；鑷子；玻璃棒；放大鏡。

材料 如豌豆那麼大的鈉一塊；紅色及藍色石蕊試紙；鹽酸；碳酸鈉 5 克；硫酸；酸性碳酸鈉[1] 3 克；氯化鈉 5 克；硝酸鈉[2] 2 克，石灰水（R. S.）。

1. 回想試驗 9。向你的教師取一塊鈉，用鑷子將鈉夾住，放於玻璃上，並用刀切開，注意切割面迅速氧化的情形。在蒸發皿中盛一半水；將豌豆大的鈉一塊投入水中，並立刻用玻璃將皿蓋好。當鈉完全消失時，再將蓋取去。

鈉較水輕還是較水重？.....

.....

寫出鈉與水作用的方程式.....

.....

蒸發皿中的液體內，有甚麼物質溶解着？猜一下.....

.....

取蒸發皿中的液體一滴，放於紅色石蕊試紙上。

將此作用與鹽酸的作用比較一下.....

.....

.....

將一二滴的此種溶液，與 5 c.c. 的水混合，取一滴的溶液，嘗它的味道。

與鹽酸的味道比較一下：.....

.....

.....

將溶液蒸乾。

剩餘物是些甚麼？.....

.....

3. 將氯化鈉 5 克，溶於最少量的水中，將溶液靜放一邊，使結晶。用放大鏡觀察其結晶。

---

[1] sodium bicarbonate. [2] sodium nitrate.

將結晶的形狀繪出來：

4. 將碳酸鈉 5 克溶於 20 c.c. 的水中，放一些液體在二手指之間，注意二手指互相摩擦時之感覺，並用二種石蕊試紙，試驗這液體。

完成下面的文字：水與鹽作用而成（如本試驗中）.....的作用，稱謂.....

現在，設法將碳酸鈉變成氯化鈉。如何證明在生成物中並無未曾變化的碳酸鈉存在？

.....

.....

.....

.....

將你所用的方法，及其中各反應的方程式寫出來.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

以所製成的鹽，加硫酸少量試驗之。

所發生的氣體是甚麼？.....

.....

.....

姓名.....日期.....

試驗 73. （續）

5. 在一硬玻璃試管中，放 3 克左右的酸性碳酸鈉。用試驗 35 圖 50 的方法，將試管和緩加熱，使酸性碳酸鈉發生氣體，並把所發生的氣體，通入石灰水中。

（註）做過本節後，試驗 92 或 93，可改作高材生試驗。

所發生的氣體是甚麼？.....

.....

在試管的冷部分凝成的，是甚麼液體？.....

.....

將此反應的方程式寫出來.....

.....

6. 將硝酸鈉少量溶於水。試驗其溶解度。

結果？.....

.....

研究第 236 頁第四節的反應，並猜想硝酸鈉與硫酸間的反應。必要時，將你的猜想與試驗 37 對照一下。

猜想？.....

方程式：.....

姓名.....日期.....

練習 31. 鹼化

討論 普通的肥皂是油酸，棕櫚酸，硬脂酸等的鈉鹽的混合物。製造肥皂，就是使，油脂，棕櫚脂，及硬脂和氫氧化鈉作用，（閱試驗 66），此種作用，稱謂鹼化。

概要 想一下，怎樣寫成你的概要。

發明元素周期律的門特雷業夫死時，俄國的皇帝撫慰他的夫人說：
『俄國已經失掉了牠最偉大的兒子了』。

姓名……日期……

試驗 74. 製造肥皂

用具 蒸發皿；大燒杯；拌攪棒；漏斗及濾紙；小燒杯；試管 4 支。

材料 酒精 10 c.c.（R. S.）；棉子油 5 克（豬油亦可）；氫氧化鈉 1 克（溶於 2 c.c. 的水中）；鹽酸；硫酸鎂（R. S.）；氯化鈣溶液（R. S.）；氯化鈉 1 克（溶於 5 c.c. 的水中）；紅色及藍色石蕊試紙。

1. 加 10 c.c. 的酒精在 5 克的棉子油中（盛於蒸發皿中）。將氫氧化鈉 1 克，溶於 2 c.c. 的水中，並加酒精及油的混合物中。小心的蒸發（用很小的火焰，並勿使火焰的尖端與蒸發皿接觸）。不時將混合物拌攪，到不能嗅到酒精氣味時爲止。

假設棉子油的主要成分是油酯，試將棉子油與氫氧化鈉作用的方程式寫出來。……

……

把參加作用的化合物，及反應後生成的化合物的名稱說出來。

……

……

2. 加 50 c.c. 的冷蒸餾水於蒸發皿中的剩餘物上，拌攪數分鐘，過濾。取試管 4 支，每支中各盛濾下來的液體 10 c.c.，並插於試管架上。在第一試管中，不加任何物質（故其中的水是軟水），在第二試管中，加鈣鹽溶液數滴；在第三試管中，加鎂鹽溶液數滴，在第四試管中，則加鹽酸數滴，於是將各試管震搖，放回於架上。

那一個試管中的肥皂沫最多？……

……

爲何硬水不能造成良好的皂沫？……

……

……

……

加鹽酸的那個試管中的沉澱是甚麼？……

……

3. 取在第二節中濾下來的液體 10 c.c.，加氯化鈉溶液數滴（教本第 503 頁）。加氯化鈉後，第二節中所製成的溶於水中的肥皂是成爲膠質狀態了（教本第 424 頁及第 425 頁）。所以食鹽能使膠狀質體（肥皂）凝成。

你能根據本節的原理，想出一實際的應用否？

姓名.....日期.....

練習 32. 染色的原理

討論 大部分的染料可直接的染動物纖維(毛及絲)。但是要將植物纖維(棉及麻)染成穩固的顏色，必須應用一種媒染劑。在試驗 78 中，你將學習氫氧化鋁的膠性對於水的潔淨有些甚麼幫助。在這一個練習中，你將學習此種膠狀物質的另一用途，那卽是，將顏色或染料與棉布連合起來。這樣應用時的氫氧化鋁卽稱爲媒染劑。氫氧化鐵也是一種媒染劑。

概要 說明可作媒染劑的化合物的性質，顏料的製法怎樣？並說出一種染料的名稱及其作用。

我們應勤於工作，善於記憶，富於思想，勇於試驗。

姓名.....日期.....

試驗 75. 染色時媒染劑的用途

用具 廣口瓶（250－c.c.）二隻；燒杯 2 隻；拌攪棒。

材料 百分之二十的茜素[1]溶液5 c.c.，Gallein 0.1 克，溶於 50 c.c. 的水中；硫酸鋁[3]及硫酸鐵[4]溶液（R. S.）；氫氧化銨；棉布條（1 in.×3 in.）3 條；碳酸鈉 1 克。

1. 顏料的生成 以廣口瓶二隻，標明 A 及 B。將茜素液震搖，使成均勻的混合物；於各瓶中，各加茜素液 10 滴，再加氫氧化銨 2 c.c.，水 200 c.c.，並均勻混和，然後又將硫酸鋁溶液 10 c.c. 加於A瓶中，將硫酸鐵溶液 10 c.c. 加於B瓶中，使各溶液均勻混和，將各瓶放於一邊。

下課時各溶液的情形如何？

A？.....

B？.....

第二天的情形

A？.....

B？.....

各物質的功用怎樣？

硫酸鋁？.....

硫酸鐵？.....

氫氧化銨？.....

茜素液？.....

2. 將布條用氫氧化鋁或氫氧化銨媒染 將棉布條放於燒杯中，用碳酸鈉溶液（1 克溶於 50 c.c. 的水中）浸沒，並沸煮五分鐘，取出布條，並用水漂洗。此種手續的目的，是要把布上所有的雜質除去。倒硫酸鋁或硫酸鐵溶液 20 c.c. 於小燒杯中，熱至沸騰，（各組學生可以各種不同的溶液試驗，以便比較結果），將二條布完全浸沒於此溶液中，繼續加熱二三分鐘，將布取出，用手指絞乾，再浸於含有 1 到 2 c.c. 的氫氧化銨的水 20 c.c. 中，再將液體和緩加熱二分鐘，將布取出，並放於水中漂洗二次。

現在布上附着的化合物是甚麼？.....

.....

---

[1] alizarin paste. [2] gallein. [3] aluminum sulfate. [4] ferric sulfate.

3.用茜素將媒染過的布條染色 將茜素液 1 c.c. 倒於小燒杯中，加水 20 c.c.，拌勻，加熱至沸騰，以在第二節預備好的布條一條，完全浸入，繼續加熱五分鐘，並不時拌攪，再將布條取出，澈底漂洗。

布的顏色怎樣？……

（將布條黏於本頁的下部）

4.用 Gallein 將媒染過的布條染色 將 Gallein 溶液煮沸；將媒染過的布條一條，浸入此溶液中。布條應完全浸沒於溶液中，繼續加熱五分鐘；於是將布取出，漂洗。

布的顏色怎樣？……

同一的染料是否一定能染成同一的顏色？……

……

（將布條黏在本頁的下部）。

姓名……日期……

練習 33. 硬水

討論 硬水是含有鈣離子或鎂離子的水。要使硬水變成軟水，則須先將此種離子除去。如水中的此種離子，煮沸後卽能除去，則稱爲暫時硬水。如煮沸後仍不能除去，則稱爲永久硬水。將二氧化碳通入石灰水中，先沉澱，後沉澱物又溶解，這樣所成的溶液，可說卽是一種暫時硬水。因爲二氧化碳能與水中一切的鈣離子化合而成碳酸鈣，再通一些多餘的二氧化碳進去，則多餘的二氧化碳卽與水化合而成碳酸，此種酸卽能使不溶解的碳酸鈣變成可溶的酸性碳酸鈣，亦稱爲碳酸氫鈣（$Ca(HCO_3)_2$）。

概要 討論下列各問題：硬水是由何種物質造成的；對於沸煮的影響如何；對於肥皂的影響如何，雨水及地面上的水各是甚麼水？

波義耳擁有極大的遺產，但他毫不爲富貴所淫，好學不倦，終身致力於科學的研究，終於成爲偉大的科學家，

姓名.....日期.....

試驗 76. 暫時硬水

用具 二氧化碳發生器（參閱 16）；試管；小燒杯。

材料 肥皂溶液（R. S.）；石灰水（R. S.）；蒸餾水數 c.c. 發生二氧化碳所需的鹽酸及大理石（或石灰石）。

1. 將石灰水 25 c.c. 和等量的水混合，將二氧化碳通入，通十分鐘。

有二種甚麼變化發生？.....

.....

.....

將（1）生成沉澱；（2）又使沉澱溶解的方程式寫出來。（參閱『討論』）.....

1.....

2.....

2. 如第一節中的液體不十分清潔，則可過濾一下。把濾下來的液體分成二份，標明 No. 1 及 No. 2.，在 No. 1 中加肥皂溶液 10 滴，震搖，保留，以備下面比較之用。

肥皂成爲皂沫否？沉澱否？.....

.....

.....

3. 將 No. 2 和緩沸煮十分鐘，使酸性碳酸鈣中的二氧化碳完全驅出。液體須完全煮沸，並加些蒸餾水，補足蒸發所失去的液體。

所生成的沉澱是甚麼？寫出它的方程式。.....

.....

.....

4. 將 3. 過濾，加肥皂液 10 滴於濾下來的液體中。

現在水變軟了嗎？換言之，此中的沉澱是否較 No. 1 中少一些？肥皂沫是否較 No. 1 多一些？.....

.....

5. 加皂液 10 滴於蒸餾水 25 c.c. 中，震搖，與 No. 1 及 No. 2 比較之，將三個試管給你的教師看一下。

三個試管中，那一試管中的水最軟？（除去水中鈣離子的方法，與除去鎂離子的方

法相同）……

……

把你的答案的理由說出來……

……

……

……

……

……

……

地面上的水，與那種化合物接觸，即變成暫時硬水……

……

……

……

姓名.....日期.....

試驗 77. 永久硬水

用具 試管。

材料 硫酸鎂結晶數塊；肥皂溶液（R. S.）；碳酸鈉飽和溶液 2 c.c.（R. S.）。

1. 將硫酸鎂少些放於試管中，加三分之二試管量的水，使溶解。將溶液分成三份，標明 No. 1, No. 2, 及 No. 3, 在 No. 1 中，加肥皂溶液少些。

有沉澱否？這種水是否硬水？.....

.....

.....

2. 將 No. 2 煮沸，使其中的二氧化碳驅出，並加與 No. 1 相等的肥皂溶液。

有沉澱發生否？含有硫酸鹽的硬水，能用煮沸法變軟否？解釋。.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. 在 No. 3 中，加碳酸鈉溶液數滴。

結果如何？現在的水，是軟水還是硬水？解釋。.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. 設計並實行能夠證明 3 的結論的試驗。

將你的試驗方法寫出來，並說出其原理。.....

姓名……日期……

練習34. 水的潔淨法及測定它的硬度法

討論 混濁的水，可加一些氫氧化鋁，而使它清潔。因爲氫氧化鋁在水中是一種膠狀的物體，氫氧化鋁沉澱的時候，能把水中雜質帶在一起沉澱下去，結果，水是清潔了。

在洗濯的時候，假如所用的是硬水，那麼肥皂的損失一定很多，所損失的肥皂量，是依水的硬度而定的。普通的硬水中，大部含有多少不定的酸性碳酸鈣，硫酸鈣，及氯化鈣；同時亦含有鎂的此種化合物。此種硬水可加些石灰水（氫氧化鈣）及碳酸鈉使它變成軟水。

將下面各反應的方程式寫出來：

氫氧化鈣加酸性碳酸鈣。……

……

硫酸鈣加碳酸鈉。……

……

氯化鈣加碳酸鈉。……

……

說出應用以上各藥品使水變軟後留在水中的二種化合物的名稱。……

……

……

……

概要 水的清潔，及水的變軟中的（1）方法，（2）目的，及（3）留在水中的化合物。對照比較。

科學的天職非常高尚，儘可滿足無上智慧者的慾望。 ——Dumas——

姓名.....日期.....

試驗 78. 水的清潔法

用具 廣口瓶（250－c.c.）3 隻；量筒。

材料 硫酸鋁溶液（R. S.）；石灰水（R. S.）。

將廣口瓶 3 隻，分別標明 A，B，及 C，在 A 及 B 中盛泥水，在 C 中盛蒸餾水。加硫酸鋁各 5 滴於 A 及 C 中，並將各瓶中的液體均勻混和。再加石灰水各 10 c.c. 於 A 及 C 兩瓶中，混和。將瓶放在一邊，至一二小時後，或至第二次試驗時觀察之。

將靜置後的情形寫下來：

A？.....

B？.....

C？.....

B 瓶有何用途？.....

寫出 A，C 兩瓶中反應的方程式.....

.....

姓名.....日期.....

試驗 79－H. （1）測定用硬水洗濯所損失的肥皂量；（2）肥皂粉的分析

用具 250－c.c. 的瓶 2 隻；量筒或滴管；試管 2 支。

材料 肥皂 1 克，溶於 100 c.c. 的蒸餾水中（R. S.）；硬水（100 c.c.）；肥皂粉一種或數種。

1. 測定用硬水洗濯所損失的肥皂量 將 250－c.c. 的玻瓶二隻放於桌上。在第一瓶中，盛硬水 100 c.c.（最好用你本地的普通水）。在第二瓶中，則盛蒸餾水（或雨水）100 c.c. 將肥皂溶液加於各瓶中，每次加 1 c.c. 並不時將瓶竭力震搖。繼續的將肥皂溶液加於瓶中，至混合物震搖五分鐘後，有肥皂沫發生時爲止。將各結果立入表中。把使二種水生成永久皂沫所需的肥皂溶液量互相比較一下。二種溶液量之差，卽係用硬水所消耗的肥皂量。

100 c.c. 的硬水所需要的肥皂溶液量 ..... c.c.

100 c.c. 軟水所需要的肥皂溶液量 ..... c.c.

100 c.c. 硬水所損失的肥皂溶液量 ..... c.c.

100 c.c. 的硬水所消耗的的肥皂克數..... g.

將你住的城中，每年洗濯所需的硬水量，大約的計算出來。再計算每年因爲硬水而損失的肥皂的價值。

2. 肥皂粉的分析 設計一種方法，證明肥皂粉中有沒有下列各種物質存在：碳酸鈉，硼砂（先照試驗 70 的方法製一球，加硫酸一滴使潮濕，將球放至火的尖端，如發生綠色，卽表示有硼砂存在）。及礦物質，如砂等。

分析的計劃

碳酸鈉的鑑別法? .....

.....

硼砂的鑑別法? .....

礦物質的鑑別法? .....

將你所設計的方法告訴你的教師，請他批評一下；再取肥皂粉一二種，試驗其中有沒有那些物質。

試驗的結果？……

……

……

姓名……日期……

練習 35. 鐵的鹽類

討論 預備這一個練習的時候，應將教本中氧化，還原，原子價，對於原子價的近代解釋各節，及『亞』『高』兩個字的意義重讀一次。

概要 用鐵鹽作例，將氧化，還原，原子價，及『亞』『高』化合物的意義寫出來。

巴斯德一生的發明，貢獻他祖國的金錢代價，足以補償在 1870 年法國人付與德國的戰爭賠款有餘。

——Thomas Husley——

姓名……日期……

試驗 80. 二價鐵鹽及三價鐵鹽的製法

用具 燒杯二隻；表面玻璃，漏斗及濾紙；燒瓶（250 c.c.）試管。

材料 細鐵絲或小釘 5 克；鐵粉 0.5 克；硝酸；鹽酸。

將鐵粉 0.5 克放入小燒瓶，先加水 5 c.c.，再加鹽酸2 c.c.，將燒瓶中的物質混合，並和緩加熱，然後將瓶在換氣櫥中放 5 分鐘，鐵卽溶解於鹽酸之中，而成氯化亞鐵。

方程式……

現在再加水 50 c.c. 到瓶中，均勻混和，並把不溶解的鐵濾去。將濾下來液體的一部分，盛於試管中，加鹽酸四五滴，及鐵絲數片，或小釘一二枚。用塞鬆鬆塞好。並標明『A液』（留作試驗 81 應用）。此溶液中含有氯化亞鐵。鐵絲與鹽酸，能發生小量的氫，此種少量的氫，可防制氯化亞鐵被空氣中的氧所氧化而成氯化高鐵。把剩下來的溶液，標爲『B液』。

在溶液B中，加鹽酸 1 c.c.，加熱，至溶液近於沸騰時，卽將火移去。加硝酸，一滴一滴的加，並不時拌攪，至溶液先爲深褐色，最後變成淺色時爲止（大約需硝酸 2 c.c.）。此時溶液中的氯化亞鐵卽被硝酸中的氧氧化而成氯化高鐵（留作試驗 81 時應用）。

解釋本試驗中所用的亞及高二字的意義……

……

……

將下列各反應的方程式寫出來：

鐵加鹽酸……

……

氯化高鐵加氫（還原）……

……

氯化亞鐵加鹽酸加氧（氧化）……

……

鐵在（1）還原（2）氧化中，鐵原子最外層上電子的數目有些甚麼變化？……

……

……

……

实验80. 二氧化碳及三价铁离子的检验

原理：碳酸盐（如$CaCO_3$）与酸反应：$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$。

制法：制取装置如下图；原料为0.5克；操作时间0.5天；

第1步0.5克原料入小烧杯，加入6 c.c.，可观察到2 c.c.，然后倒入大试管中，再加入蒸馏水，稍微摇动，然后静置在试管中约5分钟，使碳酸钙沉淀。

方程式：

取澄清液50 c.c.，倒入中，再滴加1 c.c.，加热，至溶液呈现沸腾，即表示已经沸腾。加热时，一面加热，一面不断搅拌，主要防止溶液因加热，从烧杯中发生溶液飞溅。

检验：碳酸盐与酸反应生成二氧化碳，二氧化碳通入澄清石灰水（澄清石灰水变浑浊）。

注意：本实验中所用的酒精灯高二寸的直径

操作用品及实验步骤：

操作：

实验现象：

实验结论：

实验步骤（2）

实验现象（2）

实验结论（2）

注意：（1）实验（2）操作中，酒精灯火焰上要与试管底部接触，

姓名.....日期.....

試驗 81. 二價鐵離子及三價鐵離子的鑑別法

用具 試管。

材料 溶液A及溶液B（試驗 80）；氫氧化銨，亞鐵氰化鉀[1]（R. S.），鐵氰化[2]鉀（R. S.），硫氰酸[3]鉀（R. S.）。

比較氫氧化銨，亞鐵氰化鉀，鐵氰化鉀，硫氰酸鉀，（KCNS）對於A及B二溶液的作用（用試管取溶液 3 c.c. 加上述的試藥二三滴試驗之）將各結果填入表中。

結果表

試　　藥	氯化亞鐵（溶液A）	氯化高鐵（溶液B）
氫氧化銨.....	.....	.....
亞鐵氰化鉀.....	.....	.....
鐵氰化鉀.....	.....	.....
硫氰酸鉀.....	.....	.....

[1] potassium ferrocyanide. [2] potassium ferricyanide. [3] potassium thiocyanate.

姓名……日期……

实验81. 二硫氰酸亚铁三钾离子的生成和检验

原理、解释。

材料：溶液A及溶液B（实验80）；亚硫化钠、亚硫酸钠溶液[1]（R. S.）、硫氰化钾[2]溶（R. S.）、亚铁氰化钾（R. S.）。

步骤：滴加、检测沉淀、观察颜色、溶解、加热、冷却、（KCNS）溶液A及B二溶液混合用（用点滴板做 5 d.c. 加上亚硫酸钠二三滴结果之）表各滴加到八次中。

结果表

滴	溶	沉 淀	颜 色（溶液）
硫酸亚铁			
三氯化铁			
硫氰酸钾			
亚硫酸钠			

[1] potassium ferrocyanide. [2] potassium ferricyanide. [3] potassium thiocyanate.

姓名.....日期.....

試驗 82－H. 結晶硫酸亞鐵（或銅）的製法

用具 燒杯；漏斗及濾紙。

材料 小釘或細鐵絲；硫酸。

1. 將細鐵絲或小釘 5 克放於燒杯中，加水 15 c.c. 再加濃硫酸 4 c.c.，（小心），和緩加熱（換氣櫥），至急烈發生氣體時爲止。用表面玻璃將燒杯蓋好，靜放於換氣櫥中。到將下課時，將杯取出，再加水 10 c.c.，並和緩加熱，使液體沸騰，且不時將液體拌攪。濾去不溶解的固體，並以濾下來的液體盛於燒杯中。將盛有液體的燒杯放於桌上，到第二次試驗時，觀察所生成的結晶體。

將結晶的色，形，及化學式寫出來.....

.....

.....

將此反應的方程式寫出來.....

.....

2. 設計並實行一試驗，鑑別硫酸亞鐵中的鐵離子；及硫酸根。

將你的試驗方法及所得的結果寫出來.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

姓名……日期……

練習 36. 數種普通金屬的比較研究

討論 家中常用到的普通金屬，是鐵，鉛，鋅，銅，汞，及銀。下面的試驗，是將此種金屬放在一起，作一比較。將試驗 28 及試驗 29 溫習一次。

概要 對於金屬及非金屬的研究，你覺到那方面比較有味一些，將你的意見及理由寫下來。

沒有熱忱，就沒有偉大的成功。 ——愛默生——

姓名……日期……

試驗 83. 數種普通金屬

用具　試管。

材料　鹽酸，（以1份稀成3份），或稀硫酸；硝酸；鋁，鋅，鐵，銅，（銅元），銀（小銀元），汞。

將B中的各性質，重行排入C中，使對於A中的金屬最爲適合。

A	B	C
鋁	重的液體	
鋅	極易腐蝕	
鐵	紅色	
銅	白色	
銀	輕	
汞	光亮	

將上表中的各金屬，依其密度大小的次序，填入下表的1中，最輕的金屬，寫在前面。（參閱教本728頁附錄中的密度表）。並依各種金屬互相置換的次序，填入第2項中，使上面的元素，能置換下面的元素（參閱附錄中的電化序）。再將各元素在家中的重要用途一種，填入第3項中。

1	2	3
……	……	……
……	……	……
……	……	……
……	……	……
……	……	……
……	……	……

1. 選金屬一種及另一金屬的鹽一種，作一試驗，證明電化序。

將你的試驗方法寫在下面.....

.....

.....

.....

將方程式寫出來.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

氫應放在電化序中那二個金屬之間？.....

.....

根據你的敍述，猜想那幾種金屬在稀鹽酸中或稀硫酸中溶解速度較快。.....

.....

.....

用試驗證明你的猜想是否眞確。並將方程式寫出來。.....

.....

.....

.....

2. 將那種不溶於稀鹽酸中的金屬溶於硝酸中，（換氣櫥），試驗有沒有氫發生。

結果？解釋.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

姓名.....日期.....

試驗 83. （續）

將各方程式寫出來。.....

.....

.....

.....

.....

姓名……日期……

練習 37. 攝影

討論 銀的鹽類可將各種景物搬到銀幕上去，溴化銀或碘化銀均可達到這目的，因爲這些化合物對於陽光的感應都是很靈敏的。把這種鹽類露於陽光中，化學變化即開始發生，再以顯影劑促進此種作用，用定影劑（『海波』Hypo）停止此種作用，於是所謂底片便造成了。

概要 將感光，露光，顯影，定影等方法，略述於下。

1895 年樂琴（Rontgen）發明X線，許多著名的外科醫家都百般笑侮他。 ——化學與文明——

姓名.....日期.....

試驗 84. 攝影術中銀鹽的用途

用具 試管。

材料 溴化鉀[1]溶液（R. S.）；硝酸銀[2]溶液（R. S.）；普通顯影劑[3]一瓶；一硫代硫酸鈉[4]溶液（Hypo）（R. S.）。

1. 感光鹽的製法 加碘化鉀溶液 3 c.c. 於試管中，再加硝酸銀溶液 2 c.c.。

沉澱物是甚麼？把方程式寫出來。.....

.....

.....

2. 露光 將試管及試管內的物質，放於光亮的太陽光中，約二三分鐘。

顏色有何變化否？.....

.....

將此試管標明 A 管，留作下次比較之用。

3. 將影像顯出時的化學作用 加溴化鉀溶液 3 c.c. 於試管中，再加硝酸銀溶液 2 c.c.，切勿將試管震搖，否則，所生的沉澱即變成一種稠密的物質。

將你的結果記載於下.....

.....

.....

.....

將試管及試管內的物質放於太陽光中，放五秒鐘或十秒鐘；再加顯影液 5 c.c.，顯影液的配製方法，可參閱附於該顯影藥中的說明書。

把結果記下並解釋.....

.....

.....

.....

將試管及試管內的物質，留至第四節時應用。

4. 底片定影時的化學作用 將第 3 節試管中的液體倒出來，但使其中的固體仍留於管中，加一硫代硫酸鈉溶液 10 c.c. 於試管中的固體上，將混合物震搖約一秒鐘。

---

[1] potassium bromide. [2] silver nitrate. [3] commercial developer. [4] sodium thiosulfate.

沉澱物溶解否？……

……

……

將此試管標明管B，並留作比較時應用。

5.現在將3及4二節的手續，於暗室中重做一次（第3節中露光一事略去）。將此試管標明試管C。

將A，B及C三試管給你的教師看一看。

假如沒有暗室，可將試管外包一黑紙，並於試驗室中較爲黑暗的地方做此試驗。

解釋在黑暗中試驗結果不同的原因。……

……

……

……

……

……

……

……

姓名……日期……

試驗 85－H. 照相底片

用具 試管，硬玻璃試管；大燒杯；玻璃棒；窗玻璃一塊。

材料 硝酸銀[1] 0.5 克；溴化鉀[2] 0.5 克；白明膠粉[3] 3 克；照相軟片一條；溴化鉀溶液（R. S.）；硝酸銀溶液（R. S.）；普通顯影藥一瓶；一硫代硫酸鈉[4]溶液（R. S.）。

1. 將純粹的溴化銀鍍在玻璃片或膠片上都是不可能的。所以祇能將細粒狀的溴化物混於白明膠的乳濁液中，再將此種乳濁液塗於玻璃的表面。白明膠能使溴化物成爲細粉的狀態，而使它的感光比較容易一些。

取一大燒杯，盛半杯水，將水加熱，至你的手指放入水中，水的溫度，能使你感到非常舒適時爲止。用一小的火焰維持着這溫度。然後倒 3 c.c. 的水在一試管中，加硝酸銀 0.5 克，將混合物震搖，使硝酸銀溶解；並將試管放於燒杯中，如圖 64 所示。其次取一硬玻璃試管，加水 3 c.c.，亦將試管放於燒杯中。至硬試管中水的溫度，與燒杯中水的溫度相等時，加溴化鉀 0.5 克，再把白明膠粉 2 克，一些一些加於硬試管中，加時須不時用玻棒拌攪。當白明膠均勻的分佈於熱水中後，將燒杯裏另一試管中的熱硝酸銀溶液慢慢加入，須一些一些的加進去，每加一些之後，用玻棒拌勻。這熱的乳濁液逐漸稀薄起來了。倒此乳濁液（不可見光）於玻璃片上，將玻璃前後傾斜，使乳濁液在玻璃上塗成均勻的一層，然後把玻璃片靜放五分鐘或十分鐘，使乳濁液凝結。此種手續，均須在暗室中舉行。

圖 64. 將試管浸於熱水中，使其中的液體加熱

乳濁液的成分是甚麼？注意它的氣味。……

……

現在，將此片在光亮的太陽光下放數分鐘，它的顏色有甚麼變化否？……

2. 向教師取膠片一條，此種膠片是一見光就感光的。把膠片割成二部分，將一條行顯影及定影手續。顯影的時間約需一分鐘，定影的時間約需十分鐘。洗淨，乾燥，黏在下面的空的地方，（須標明）。

現在膠片上的新物質是甚麼？……

……

[1] silver nitrate. [2] potassium bromide. [3] powdered gelatin [4] sodium thiosulfate.

將未經顯影的另一條，行『定影』手續。黏於第一條的旁邊，並標明。

定影藥爲何能防止膠片的變化？……

……

……

……

……

……

姓名.....日期.....

練習 38－H. 應用化學

討論 下面的十一個試驗，討論化學知識的數種應用，做不做是隨便的。假如你在這練習中選做了幾個試驗，那麼你應將試驗的方法及結果，另行設法記載下來。因爲這些試驗中是沒有空白地方給你填寫的。

成功不過是進步的大道上的一個計程碑——這個旅程的終點還在很遠。 ——阿 蕭——

姓名……日期……

試驗 86. 試驗土壤的酸性度

用具 表面玻璃；普通的餐刀（或小刀）一把，（刀口較薄，使易變曲）；鑷子；藥水瓶及木塞（他種小瓶亦可）。

材料 土壤一杯（試驗用）；紅色及藍色石蕊試紙各數條；硫氰酸鉀[1] 4 克，溶於 100 c.c. 的甲醇[2]或乙醇[3]（R. S.）中。

1. 取土壤一杯，用一清潔的刀，將土壤均勻混合，取紅色及藍色石蕊試紙各一條（用鑷子夾取試紙，以免手指上的排洩物與試紙接觸），以蒸餾水使試紙潮濕，並排列於一表面玻璃的凹面上。取土壤二三匙，放於表面玻璃中的試紙上，再加蒸餾水少量（一些一些的加），同時用一清潔的小刀將水與土壤混和（小心，不要破壞那試紙）。至土壤成爲濃厚的漿狀 若將表面玻璃倒過來，泥漿仍能黏附於玻璃上時爲止。將表面玻璃倒過來，放於桌面上，使可看見試紙。放十五分鐘或二十分鐘後，再觀察石蕊試紙顏色的變化。將你試驗各種不同的土壤所得到的結果記下來。

2. 下面所述的試驗土壤法，是一種簡單並準確的方法。所需要的試藥祇有一種，那就是硫氰酸鉀溶於酒精中的溶液。以此種溶液加至土壤中，如土壤爲酸性，則土壤中所含有的鐵化合物卽與硫氰酸鉀作用，而變爲紅色（參閱第 263 頁，試驗 81.）。土壤中的酸愈多，則生成的顏色愈深。試驗的方法如下：

取土壤少些，在空氣中暴露相當時間，使它完全乾燥，因爲土壤中有水存在，對於結果是有妨害的。取一藥水瓶（或試管），盛乾燥土壤半瓶。加硫氰酸鉀溶液，差不多加滿，以木塞塞住瓶口，用力震搖。並將瓶放置相當時間，使土壤沉於瓶底。如土壤是酸性的話，則液體卽成紅色。

液體顏色的深淺，卽可表示土壤中所含有的酸量的多少。有一種圖，已繪成土壤含有各種不同的酸量時應有的顏色，將試驗所得的顏色與此種標準圖比較，卽知其中所含有酸量約爲若干。

---

[1] potassium thiocyanate. [2] methanol. [3] ethyl alcohol.

姓名……日期……

試驗 87. 黏土；水泥；三和土

用具 蒸發皿；燒杯二隻；手掌大的木板一塊；小刀一把。

材料 各種不同的黏土各一小杯；水泥 30 克；砂 15 克；石灰 15 克（須從新燒成的石灰堆中取得）；小的厚紙盒二隻。

1. 加水於各種不同的黏土中，每次加少些，加後均勻混和，使成一種濃厚的漿狀。

試想出一種簡單的方法，試驗各種不同的黏土的黏性，並依黏性的次序，將各種黏土依次排列起來。（a）說出你所應用的方法。

2. 取水泥 25 克至 30 克，加冷水，每次加少些，並不時拌攪，使成濃厚的漿狀。將漿的一部分塗在木板上，並放置至下次的試驗時間。以剩下來的水泥盛於小紙盒中。將盒浸於盛有一半水的燒杯中，亦放至下次的試驗時間。（b）觀察在木板上及燒杯中的水泥，有否變硬。

3. 加水 10 c.c. 於石灰 15 克中，石灰卽成薄漿狀，並與過多的水混合着。以細砂 15 克加於石灰漿中，每次加一些，以免製成的『三和土』過厚。將三和土的一部分塗於木板上，剩餘的盛入紙盒中，一併放置至下次試驗時間。（c）寫出所得的結果，三和土及水泥的性質有何不同，應特別注意。

姓名……日期……

試驗 88. 橡皮

用具 燒杯二隻（100 c.c. 及 300 c.c.）；試管；拌攪棒；玻璃片。

材料 天然橡皮[1] 1.5 克；四氯化碳[2] 35 c.c.，細硫粉 0.2 克；醋酸[3]（R. S.）；濾紙。

1. 將天然橡皮 1 克放於 100－ c.c. 大的燒杯中，加四氯化碳 25 c.c.，燒杯上放濾紙一張，濾紙上再放玻璃片一塊，以防制液體的蒸發。將此燒杯放至下次試驗時間。另以天然橡皮 0.1 克放於試管中，加四氯化碳半試管，以木塞塞住管口，亦放至下一次試驗時間。（在第二次試驗之前，如有機會將此等溶液拌攪一二次最好）。在這二種情形之下，橡皮均已變成膠凝體存在於四氯化碳中。

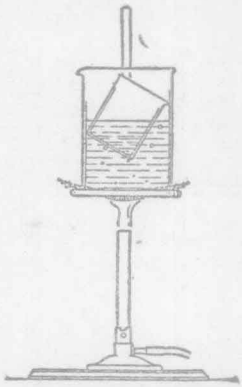


圖 65. 將盛有液體的燒杯，放於盛有沸水的大燒杯內，使液體蒸發

2. 將燒杯中的混合物拌勻，加硫粉 0.2 克，拌攪，使硫均勻混和於混合物中。另取一大燒杯，加相當量的水，使盛混合物的小杯可以浮在大燒杯的水中，如圖 65 所示。將大燒杯中的水，沸煮半小時或久一些，使小燒杯中的四氯化碳全部蒸去，而其中的橡皮附着在燒杯的邊上。將小燒杯取出，用小刀將附着的橡皮括下來。（a）比較這樣製成的橡皮和天然橡皮的性質。

3. 將盛有膠狀橡皮的試管用力震搖，使其中的物質均勻混和；加醋酸二三 c.c.，震搖，並將試管放置數分鐘。（b）膠狀體（橡皮）沉澱否？（c）醋酸的作用怎樣？（參閱教本『膠體狀態』這一章）。

---

[1] nature rubber. [2] carbon tetrachloride. [3] acetic acid.

姓名……日期……

試驗 89. 測定牛奶中所含的脂肪量

用具 Babcock 牛奶試驗器一副（圖 66），此器爲離心器（a），試瓶二隻（b）；17.6 c.c. 的量管一支（c）；小量筒一隻（d），（刻成 17.5 c.c.）等所組成；燒杯（500 c.c.）

材料 牛奶一瓶（一品脫）（試驗用），硫酸（濃的，密度 1.82－1.83，普通商品硫酸亦可應用）；沸水 100 c.c.。

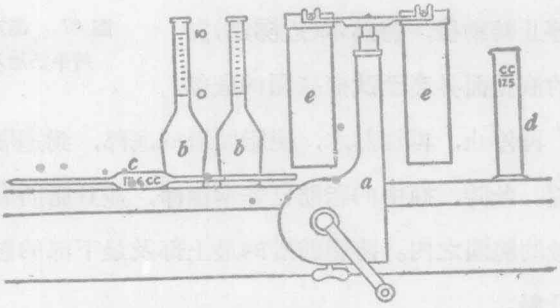


圖 66. 用貝谷克氏法，測定牛奶中的脂肪量用器

（註）牛奶中最寶貴的就是脂肪。可是不道德的商人，常把牛乳中的脂肪提出一部分，或作乳酪，或製牛奶油，然後將牛奶再賣給人家。有時他們會加些水在牛奶中，這樣也可以使牛奶中脂肪的百分數減低。爲了保障大衆的利益，各國的政府都像聯邦政府那樣，定有一種法律，規定市上出售的牛奶中，最低應含有若干脂肪量。普通牛奶中大概含有百分之三至百分之五的脂肪，平均約爲百分之四。所以多數國家所定的標準，是牛奶中的脂肪量，不得低過百分之三。普通測定牛奶中脂肪量的方法，是貝谷克教授 Professor Babcock 所設計的，故稱爲貝谷克試驗法。

貝谷克試驗法，就是將一定量的牛奶與硫酸混和於『試瓶』中。將二種物質的混合物加熱，破壞牛奶中的酪素，而保存其中的脂肪，然後將瓶放於離心器中轉動，因脂肪較輕，故能浮於瓶的頸部，而頸部又刻有度數，故我們即可將其中的脂肪量讀出來。

因爲要使離心器平衡，所以必須用二個瓶，一樣的盛滿牛奶，相對的放於離心器中。因此這一種儀器，同時可試驗二種不同的牛奶，如祇要試驗一種牛奶，那麼二瓶可都盛那種要試驗的牛奶，以便試驗完後比較結果。

1. 將牛奶及酸盛入試瓶 將準備試驗的牛奶從瓶中倒入燒杯中，再由燒杯倒入瓶中反覆三四次，使牛奶均勻混和。用一量管，取 17.6 c.c. 的牛奶，並將取得的牛奶盛於試瓶中，（如圖 67）。再以 17.5 c.c. 的量筒，量 17.5 c.c. 的硫酸（量至刻度處）；用手斜拿試瓶，慢慢的將 17.5 c.c. 的酸沿瓶邊倒入瓶中，倒後立將瓶轉動，以洗去附

着在瓶頸上的牛奶。硫酸較牛奶爲重，故沉於瓶底。

2.酸與牛奶的混合 現在，將瓶慢慢的搖動，使瓶中的酸與牛奶均勻混和。此時有熱發生，故須小心，並勿使混合物附着於瓶的頸部。如酸與牛奶已均勻混和，則瓶底酸與牛奶所成的界線卽完全消失，並成深色均勻的液體。

圖 67. 測定牛奶中的脂肪量時，將牛奶加入試瓶中法。

3.脂肪的分出 卽刻將盛有牛奶及酸的二試瓶相對的放於離心器的套中（e.e. 圖 66），並轉搖四五分鐘。轉動的速率，各種儀器是不同的（每一儀器均附有說明）。停止轉動後，將熱水(近沸點)加於各瓶中，使其中的液體面昇高至試瓶細頸的底部。然後再轉搖一分鐘。再停止，再加熱水，使脂肪層的底部，到達瓶頸的1或2％的記號處。再轉搖一二分鐘。此時，瓶中的脂肪已非常潔淨，並且脂肪層的最上部及最下部，均在瓶頸刻着百分數的範圍之內。將脂肪層的最上部及最下部的數目讀出來，相減，卽得牛奶中脂肪的百分數。

姓名……日期……

試驗 90. 奶油及人造奶油的鑑別法

用具 鐵匙；木條（火柴桿亦可）；燒杯 100 c.c.。

材料 新鮮奶油[1]及人造奶油[2]（製煉牛油[3]亦可）各 10 克；甜牛奶[4] 50 c.c.。

1. 泡沫鑑別法 以奶油或人造奶油二三克，放於鐵匙中，和緩加熱。奶油融解的時候，並無噴濺的現象，面上發生很多的泡沫。人造奶油融解的時候，則有噴濺的現象，而面上的泡沫較少。製煉過的奶油，或改良過的奶油（將惡臭的奶油融解，撇去面上的一層，再加牛奶並拌攪而製成的。）的作用與人造奶油相同（a）將你試驗的結果記下來。

1. 甜牛奶鑑別法 將甜牛奶 50 c.c. 盛於小燒杯中，加熱，使近於沸騰。以奶油或人造奶油四五克加於燒熱的牛奶中，用木條拌攪，使奶油融解，然後將燒杯放於冰水中，繼續拌攪，使其中的脂肪凝固。依此法試驗，奶油卽成粒狀的固體，並混合於牛奶中。而人造奶油，則結成一大塊的固體，可用木條將它整個的移出來。（b）將你所得的結果記下來。

---

[1] fresh butter. [2] oleomargarine. [3] process butter. [4] sweet milk.

姓名.....日期.....

試驗 91. 防腐作用

用具 燒杯或瓶（250 c.c.）二隻；燒杯 500 c.c. 一隻，試管二支。

材料 甜牛奶 300 c.c.；福爾馬林[1]（甲醛溶液）一滴；鹽酸 10 c.c.，加氯化鐵[2]（R. S.）一滴；安息香酸鈉[3]（苯甲酸鈉）；番茄醬油[4] 100 克（其他中國醬油亦可）。

1. 甲醛[5]對於牛奶的作用 用熱水將小瓶二隻澈底洗淨，各盛甜牛奶半瓶。在一瓶中，加福爾馬林一滴，並均勻混和。由各瓶中各取牛奶 3 c.c.；分別盛於試管中；再各加等量的鹽酸，所加的鹽酸中，應預加氯化鐵溶液一滴。（普通商品鹽酸可不必再加，因其中已含有相當量的氯化鐵）。

將各試管中的溶液均勻混和，並將試管放於沸水中（如圖 64 所示之狀）。注意顏色的變化。（a）你怎樣鑑別牛奶中有沒有甲醛？（b）福爾馬林及甲醛有何分別？

把盛有剩餘牛奶的二瓶留着，逐日觀察它的變化。並注意各瓶中的牛奶到那一天開始變酸。

2. 安息香酸鈉對番茄醬油的作用 我們可以用同樣的方法研究安息香酸鈉對於番茄醬油的防腐作用。先將醬油盛於小瓶中或小燒杯中，加安息香酸鈉，所加的量，應爲醬油量的 0.1% 至 0.2%，均勻混和。並將醬油暴露於空氣中。（c）注意那一種醬油（加過安息香酸鈉的，及未加過的）先變酸（嗅及味）。

---

[1] formalin. [2] ferric chloride. [3] sodium benzoate. [4] tomato catchup. [5] formaldehyde.

姓名.....日期.....

試驗 92. 發酵粉的作用

用具 250－c.c. 燒瓶；拌攪棒；研缽及研棒。

材料 酸性碳酸鈉[1] 2 克；石灰水（R. S.）；酒石[2]。

1. 參考教本第 597 頁各種發酵粉反應的方程式，（a）計算並記載與 2 克的酸性碳酸鈉作用所需的酒石量，然後將酸性碳酸鈉（2 克）與算得的酒石量磨細混和。以此混合物盛於燒瓶中，加水浸沒，慢慢轉動燒瓶，使成一均勻的混合物，同時和緩加熱，然後將瓶放置五分鐘，並試驗燒瓶中有沒有二氧化碳存在（圖 40）。（b）記載並解釋其結果。

2.（c）應用明礬發酵粉發酵，留在食物中的是甚麼化合物？（d）應用酒石發酵粉發酵，留在食物中的是甚麼化合物？

---

[1] sodium bicarbonate. [2] cream of tartar.

姓名.....日期.....

試驗 93. 發酵粉的分析

用具 小燒杯二隻；拌攪棒；漏斗；蒸發皿；試管五支。

材料 各種不同的發酵粉[1]各 10 克；碘溶液[2]（R. S.）；濾紙，氯化鋇[3]溶液（R. S.）鹽酸；濃硫酸；硝酸；鉬酸銨[4]溶液（R. S.）。

1. 將發酵粉 10 克盛於燒杯中，加水 50 c.c.。拌攪，至沒有氣體發生時爲止。然後過濾，並依下面的方法，試驗濾下來的液體及留在濾紙上的物質，是否含有下列各物質。

2. 澱粉 （a）在剩餘物及濾得液中有澱粉存在否？作一適宜的試驗。（b）將試驗方法及所得的結果記下來。

3. 硫酸鹽 （c）一切的礬，是何種酸的鹽？（d）用適當的方法試驗發酵粉中有沒有此種鹽，說出試驗的方法，及結果。

4. 酒石酸鹽 倒濾得液 5 c.c. 於蒸發皿中，加硫酸 5 c.c.，並蒸發至乾。最後將蒸發皿用小火和緩加熱。其中如有酒石酸鹽存在，則此時必發生一種像糖燃燒那樣的氣味。（e）將你試驗各種不同的發酵粉所得的結果記下來。

5. 磷酸鹽 如發酵粉中含有鈣或鈉的磷酸化合物，則濾得液中必含有此種金屬的酸性磷酸鹽，鑑別磷酸鹽的方法，祇要將濾得液 5 c.c. 加硝酸數滴，熱至近於沸騰，然後再加鉬酸銨溶液 5 c.c.。（f）記載所得的結果。

6. 鋁鈣鈉及鉀 發酵粉中如含有硫酸鹽，必亦含有鋁。如含有磷酸鹽，則必含有鈣或鈉。酒石發酵粉中必含有鉀。所以發酵粉中有沒有此種金屬存在，試驗硫酸鹽，磷酸鹽及酒石後卽可知道。

---

[1] baking powder. [2] iodine solution. [3] barium chloride [4] ammonium molybdate solution.

姓名……日期……

試驗 94. 污漬的除去法

用具 試管四支；燒杯二隻；蒸發皿。

材料 丹寧酸[1] 0.2 克溶於 10 c.c. 的水中；硫酸鐵[2]（R. S.），白布二塊，黑布一條（10 cm. 見方）；草酸[3] 1 克溶解於 50 c.c. 的水中；鹽酸；5 cm. 見方的黑布二條；硝酸；氫氧化銨；棉子油及糖漿各數滴；四氯化碳 25 c.c.；吸墨水紙；有咖啡及水菓漬的布二條；醋酸（R. S.）；漂白粉 20 克；熱水。

1. 將白布二條先浸於硫酸鐵溶液中，至完全浸透後，再浸入丹寧酸溶液中，使白布玷污（或直接浸在黑墨水中亦可）。將其中一條反覆用沸水漂洗，將另一條先在空氣中放相當時間，使布乾燥，再以沸水漂洗，如污漬仍未除去，可先以稀草酸溶液漂洗，再以熱水漂洗。（a）將你的結果記下來。

2. 滴稀鹽酸二三點於一條黑布上。（b）所生成的是甚麼顏色？以水 10 c.c. 加氫氧化銨四五滴，漂洗所發生的污漬。（c）污漬消失否？用硝酸代鹽酸，（d）結果如何？

3. 將糖漿及油脂（如棉子油）各四五滴分別盛於試管中，試驗此種物質在水中及四氯化碳中的溶解度。（e）設計一除去糖漿及油脂的污漬的方法。取布二條，一條以油玷污，一條以糖漿玷污，試以你的方法，將此種污點除去。（應用溶媒時，可將布的有漬部分放於一張吸墨水紙上，然後另用布一小塊，沾一些溶媒，先在污漬四周擦洗，逐漸擦至污漬本身，最後再全部擦洗）。

苯（或汽油）亦可代替四氯化碳。然而應用苯時，必須記得苯是非常容易燃燒的。切勿與火焰接近。

4. 用咖啡及水菓將布條沾污，（f）此種漬點，先用冷水漂洗繼以沸水漂洗，能除去否？如污漬不能以此法除去，將沾污部分以含有醋酸四五滴及水稍量的漂白粉漂洗之。

---

[1] tannic acid. [2] ferric sulfate. [3] oxalic acid.

姓名……日期……

試驗 95. 油漆

用具 吹管及木炭；試管；漏斗；小燒杯。

材料 白色油漆[1] 5 克；四氯化碳 5 c.c.，硫化銨[2] 1 c.c.（R. S.）；濾紙；木條。

1. 將白色油漆二三克盛於試管中，加四氯化碳，加至試管的四分之一，用力將試管震搖，然後放置數分鐘（或放至你做完第二節的試驗後）（a）油漆中的固體物質沉澱於試管底部否？再將試管震搖，並過濾。（b）濾得的液體淨潔否？（c）油漆中的固體，成何種狀態存在？（d）油漆中那一部分能溶於四氯化碳中？將濾得液二三滴放於濾紙上，將濾紙放在一邊，使四氯化碳蒸發。（e）有透明的漬點留着嗎？（f）如有，這是怎樣生成的？

2. 將油漆拌勻，取二三滴放於一木炭的孔中，並用吹管的氧化焰和緩加熱；其中的油完全燒去後，再繼續加熱二三分鐘。油漆中如有鉛白[3]存在，則卽還原而成金屬鉛，如有氧化鋅[4]存在，在熱時，成黃色一層，冷却後卽成白色。用此方法，可試驗油漆中有沒有鉛白及鋅，（g）記載你的結果。

3. 在木條上塗些白漆，並浸於含有硫化銨數滴的水中。（h）說明你的結果。（i）用鉛白油漆漆化學試驗室的內部，結果如何？

---

[1] white paints. [2] ammonium sulfide. [3] lead white. [4] zinc oxide.

姓名.....日期.....

試驗 96. 鑑別存在於同一溶液中的銀，鉛，及汞

用具 燒杯二隻；拌攪棒；漏斗；試管。

材料 硝酸銀[1]溶液（R. S.）；醋酸鉛[2]（R. S.）；硝酸亞汞[3]（R. S.）；鹽酸；濾紙；鉻酸鉀[4]（R. S.）；氫氧化銨；硝酸；熱水；石蕊試紙（藍色）。

有數種金屬鹽混合着的溶液中，要鑑別其中有沒有某一種金屬，實在是非常複雜的一件工作。一般而論，應該先將混合物中的各金屬彼此分出來。所應用的原理，如下面這試驗所示。

倒硝酸銀溶液5 c.c.，醋酸鉛及硝酸亞汞溶液各 2 c.c.於燒杯中。加水 200 c.c.，再加鹽酸，一滴一滴的加，並不時拌攪。拌攪後所發生的沉澱，卽沉於杯底。繼續的加酸，至最後一滴加入溶液中，並無沉澱發生時爲止。（a）寫出反應的方程式。（b）記載組成沉澱物的各化合物的名稱及分子式。將沉澱物濾去，濾完後以沸水加於濾紙上，並將濾下來的沸水盛於燒杯中。因氯化鉛能溶於熱水，故此化合物現在必存在於濾下來的沸水中。加鉻酸鉀溶液數滴於濾下來的沸水中，卽得黃色鉻酸鉛沉澱。

濾紙上混合物中所有的氯化鉛，如以熱水浸洗濾紙，俟熱水濾過後，再浸洗一次，卽可完全除去。將氯化鉛完全除去，是一件重要的工作。

（c）現在留在濾紙上的是甚麼東西？以氫氧化銨二三 c.c. 加於剩餘物上，將濾下來的氫氧化銨溶液收集於試管中。此溶液中含有被氫氧化銨所溶解的氯化銀。如欲證明其中確含有氯化銀，可先以硝酸將其中的氫氧化銨中和，至石蕊試紙剛能變色時爲止。中和後，氯化銀卽可沉澱而出。

（d）氫氧化銨對於濾紙上的剩餘物的顏色有何作用？此種顏色的變化，是因氫氧化銨與氯化亞汞作用而發生的，故可作爲試驗其中有沒有氯化亞汞的方法。

（e）如這溶液中僅含有一二種此類的金屬鹽，則如何鑑別未含有的金屬是甚麼？

---

[1] silver nitrate. [2] lead acetate. [3] mercurous nitrate [4] potassium chromate.

附　錄

國際度量衡制

所有文明的國家，除四五國外，均已採用國際度量衡制。合衆國及英國目下雖未正式採用，但這二國的科學家，却早已普遍應用。二國的製造工業中，也逐漸有人採用了。

國際度量衡制中每一單位，都是下一單位的十倍，所以又稱爲十進制。

1.長度　單位是米（meter），1 米等於 39.37 吋。

10 毫米（mm.）=1 釐米（cm.）

10 釐米 =1 分米（dm.）

10 分米 =1 米（m.）

1000 米 =1 仟米（km.）即公里

化學家測量長度普通所用的單位是毫米（mm.），及釐米（cm.），如海面上的氣壓爲 76 cm.（寫作 760 mm. 時更多），絕無寫爲 7 dm. 6 cm.的。

2.容積　普通所用的單位是立方釐米（cubic centimeter）。

1000 立方毫米=1 立方釐米（c.c.）

1000 立方釐米=1 立方分米=1 升

1000 立方分米=1 立方米

化學家祇用立方釐米及升以計算容積。如試管的容積爲 25 c.c.（假設），燒瓶的容積是 500 c.c. 或 $\frac{1}{2}$ 升（假設）等。

3 重量　單位是克（gram）即是 1 c.c. 的純水，在密度最大的溫度時（4°）的近似重量。一克等於 15.432 克冷（grains）。

10 毫克（mg.）=1 釐克（cg.）

10 釐克=1 分克（dg.）

10 分克=1 克（g.）

1000 克=1 仟克（kg,）

克與仟克，是化學家常用的單位。如坩鍋的重量爲 10.532 克（假設），絕不說作 10,532 mg，或10 g 5 dg. 3 cg. 2 mg.

美國度量衡制與國際的關係：

1 磅（金衡）=373.24 克

1 喻（金衡）=31.10348 克

1 磅（常衡）=453.59 克

1 喻（常衡）=28.3495 克

1 仟克=2.67923 磅（金衡）

1 仟克=2.20462 磅（常衡）

1 升=1.05668 美國夸特

1 加倫=3.78543 升

1 立方釐米=0.061 立方吋

1 立方吋=16.3872 立方釐米

1 立方呎＝28.320 立方釐米

1 釐米＝0.3937 吋

1 米＝39.37 吋

又應記得

1 釐米約等於 $\frac{2}{5}$ 吋

1 米約等於 1.1 碼

1 仟克約等於 $2\frac{1}{2}$ 磅（常衡）

燒傷，割傷，燙傷，他種損傷，昏迷，及中毒等的初步急救法

各試驗室中，都應備有急救燒傷，割傷，燙傷，昏迷，及中毒等等的藥品。有此種不幸的遭遇發生時，如立刻用適當的方法急救，即可平安無事或減少危險，反之，如仍不加注意，則或可發生可怕的結果。至於學生遭遇較爲危險的傷害時，應先在試驗室中行初步的急救工作，然後即送至醫生處。

急救傷害所需的藥品等，應放於試驗室的小室中，或在便利的地方掛一小櫥，將藥品等放於櫥中。櫥上或小室門前應掛一漆着紅十字的白木牌。

急救用品

白色消毒紗綿帶：1 吋闊 10 碼長的 6 卷；2 吋闊 10 碼長的 6 卷。

橡皮膏，黏紗布用：0.5 吋闊 10 碼長的 2 卷。

苦味酸紗布。

酸性碳酸鈉溶液，5%

硼酸溶液，5%

黃色或白色凡士林。

卡羅油（carron oil）（石灰水加等量的亞麻仁油或棉子油）。

碘溶液 3.5 %（以 u. s. p. 酒加等容積的水或等容積的 95%酒精）。

苯（benzene）

棉子油

萬用解毒藥，此藥爲下列各成分的混合物：

研細炭粉……二份

氧化鎂……一份

丹寧酸……一份

燒　傷

（註）燒傷後即刻醫治，實爲最重要的一件事。與酸鹼接觸所發生的燒傷，更應即爲醫治。

1.受酸類的腐蝕而發生的傷害：將患處以大量的水洗淨，以浸有酸性碳酸鈉溶液的紗布包縛。

2.受鹼類的浸蝕而發生的傷害：將患處以大量的水洗淨，以浸有硼酸溶液的紗布包縛。

3.受火或其他熱的物體所成的傷害：以浸有卡羅溶液的紗布包縛患處。如皮部組織已破壞，則以浸有苦味酸的紗布包縛患處。包縛的紗布應常濕潮，並須逐日更換。如有水泡發生，則須照『燙傷』下的方法醫治。

4.眼部的傷害：立刻以大量的清水洗眼部，如係受酸的浸入而發生的傷患，應再以酸性碳酸鈉溶液冲洗之。如患處係由鹼性物質而發生，則以硼酸溶液冲洗。最後應再加橄欖油，麻油，或棉子油一滴，以減少痛苦。

割　傷

將患處及患處附近的污穢物或脂肪物，用在苯中浸過的紗布洗去。起初多流一些血，反可防止患處的擴大。最後以浸有碘溶液的紗布再洗一次；然後以紗布包縛患處。

燙　傷

用在火焰中燒過的小針，將燙起的水泡刺二個小孔，並以手指將其中的液體壓出。如患處係由酸或鹼的浸入而造成，則須用相當的溶液將患處中和。

昏　倒

昏倒後，應使吸入氨或有香氣的鹽類氣體。以冰一塊放在患者的頭部亦可。按摩胸口及手足，或亦能使昏倒的人蘇醒。

中　毒

1.中毒後，應即請醫生前來，或抬至醫院醫治。切勿延遲。

2.萬用急救藥（初步急救用）：是否中毒尚難斷定時，患者可以『急救藥品』中所述的萬用急救藥一茶匙，與溫水一小杯拌勻飲服。

數種金屬化合物的溶解度表

	醋酸鹽	溴化物	碳酸鹽	氯酸鹽	氯化物	鉻酸鹽	氫氧化物	碘化物	硝酸鹽	氧化物	磷酸鹽	矽酸鹽	硫酸鹽	硫化物
鋁	W	W		W	W		A	W	W	A	A	A	W	A
銨	W	W	W	W	W	W	W	W	W		W		W	W
銀	W	W	A	W	W	A	W	W	W	A	A	A	I	W
鈣	W	W	A	W	W	X	W	W	W	X	A	A	X	X
鈷	W	W	A	W	W	A	A	W	W	A	A	A	W	A
銅	W	W	A	W	W	W	A	W	W	A	A	A	W	A
鐵（三價）	W	W		W	W	W	A	W	W	A	A	A	W	A
鐵（二價）	W	W	A	W	W		A	W	W	A	A	A	W	A
鉛	W	X	A	W	X	A	A	X	W	A	A	A	I	A
鎂	W	W	A	W	W	W	A	W	W	A	A	A	W	A
錳	W	W	A	W	W	W	A	W	W	A	A	A	W	A
汞（二價）	W	W	A	W	W	X		A	W	A	A		X	I
汞（一價）	W	A		W	A	A		A	W	A	A		X	
鎳	W	W	A	W	W	A	A	W	W	A	A	A	W	A
鉀	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
銀	W	I	A	W	I	A		I	W	A	A		X	A
鈉	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
錫（四價）	W	W			W		A	W		A	A			A
錫（二價）	W	W			W	A	A	W		A	A		W	A
鋅	W	W	A	W	W	W	A	W	W	A	A	A	W	A

W，代表能溶解於水。

A，代表不能溶解於水；能溶解於 HCl 或 HNO_3，或二者均能溶解。

I，代表不能溶解於水，亦不溶解於酸。

X，代表略溶解於水及略溶解於酸或易溶解於酸。

關於儀器及藥品的知識

本書各試驗所需的儀器及藥品，詳列於下面的表中。最好每人或每組能各發完全的儀器一套，並命其負責保管。至於由若干學生公用的儀器，則另立一表。購辦儀器藥品時，購買量愈多，則價格愈廉。如一級僅有學生十人，則所需的儀器藥品甚少，購買的價格必較大量購辦時的價格貴昂甚多。購買藥品的數量，最好依照公司藥品目錄中的那種整數。如 100 g.，或一磅；否則將零星的藥品稱出來，及裝瓶等等的手續費，也許反較藥品的價格還貴。藥品與儀器可向上海商務印書館或其他許多大的公司購辦，各公司的目錄（catalogues），學校去函索取，即可寄來。下面是許多大公司的地址：Burrell Techincal Supply Co., Pittsburgh, Pennsylvania; Cambridge Botanical Supply Company, Waverley, Massachusetts; Central Scientific Company, Chicago, Illinois; The Chemical Rubber Co., Cleveland, Ohio; Chicago Apparatus Co., Chicago, Illinois; The Fisher Scientific Co., Pittsburgh, Pennsyluania; Kauffman-Lattimer Co., Columbus, Ohio; L. E. Knott Apparatus Co., Boston, Massachusetts; Eimer and Amend, New York City; E. H. Sargent & Co., Chicago, Illinois; Schaar & Company, Chicago, Illinois; Arthur H. Thomas Company, Philadelphia, Pennsylvania; W. M. Welch Mfg. Co., Chicago, Illinois; The Will Corporation, Rochester, New York

所需要的儀器藥品單，可重抄數份，分送至各大公司，以便比較價格。定購儀器時，儀器的形狀與某目錄中某形式相同，須詳細說明。否則即無法比較其價格。在可能範圍內，應購買最簡單的儀器。五角錢一隻的本生燈，普通應用時，也許反比價值二元五角一隻的還要合用。購買儀器藥品有經驗的人，都能想種種的方法，使減低所購買的儀器的價值。

許多普通的儀器及藥品，是就地的小店中都可購得的，並且價格也較大公司的價格便宜得多。例如鐵匙，在本地的小店舖中都可購得，每隻不過一二角錢，比大公司中便宜得多。又如食鹽，在雜貨店中購買的價格，當然比在儀器公司購買的價格爲低。表中還有數種物品，儀器公司是沒有的。如『天然橡皮』儀器公司中即無此項物品。但可在製造橡皮車輪或其他橡皮製品（如套鞋等）的工廠，隨時購得。特殊的地方，可用變性酒精，能用純酒精更好。購買酒精，可由學校向政府的酒稅局索一免稅證而獲得免稅。此種酒精，須由教師保管。在需要時，可由學生填具用途簽名索取，再行給予。

爲了描繪儀器的圖形方便起見，試驗室的儀器藥品室中，應備有各種儀器的模型或印花板。

向儀器公司定購儀器藥品，至少須在三四月前定購，因爲儀器公司的出貨是很遲緩的。教員最好在暑假前定購下學年所需的藥品儀器。儀器藥品運到後，應仔細校對，如有與定單不符合的物件，應即退回，否則你的儀器藥品室便成了廢物的堆棧了。而且學生所用的玻管粗細是否合度，木塞能否適合瓶口，對於他們的工作有很大的影響。所以儀器藥品運到之後，一定要經仔細的校對再收受。

姓名……第……號第，……組

每人或每組所需的儀器

（放置於各該組的櫃中）

學生或卽可以此單核對發下來的儀器。儀器點收後，應卽將此單交與教師或管理員。將來更換破碎儀器及臨時借用的儀器，可塡入表後的空白）。

燒杯，每套五隻，自 100－c.c. 至 500－c.c.。……

吹管。……

廣口瓶，60－ c.c. 一隻；250－c.c. 五隻。……

燈，翅狀，彎玻管用（圖 12）。……

氯化鈣乾燥管，直形，長度 15 cm.（圖 32, B）。……

木炭，8 cm.×3 cm.×2 cm. 一塊。……

鐵絲網，10 cm.×12 cm.，60－70 網目。……

燃燒匙。……

鉛蒸發皿，直徑約 6 cm.，深度 3 cm.。……

蒸發皿，直徑 7 cm.。……

圓鉗，長度約 15 cm.。……

三角鉗，長度約 15 cm.。……

濾紙，直徑 11 cm.，25 張。……

燒瓶，250－c.c.，二隻……

鋼鑷，長度 10 cm.。……

漏斗，直徑約 6.5 cm.。……

長脚漏斗，管的外直徑爲 6 mm.。……

玻璃棒，直徑 2 mm.，長度 30 cm.，一條。……

玻璃管，硬，長度 30 cm.，內直徑 1.5 cm.，管壁厚 1.8 mm. ……

玻璃管一條，硬，長度 25 cm.，內直徑 6 mm.，一條。……

軟玻璃管 300 g.，外直徑 6 mm.，壁 1 mm.。……

眼藥滴管。……

研鉢及研棒（鉢的直徑約 8 cm,，均係磁製）。……

泥三角架，架磁坩鍋用（圖 25）。……

白金絲，小號（No. 28），長度 5 cm.，焰色鑑別用。……

磁坩鍋及蓋，直徑約爲 3.5 cm.。……

橡皮管，內直徑 5 mm.，長度 50 cm.，一條。……

軟橡皮管，純樹膠，內直徑 5 mm.，長30 cm.，接連用，一條。……

蠶絲夾，夾橡皮管用。……

木條（1 cm.×12 cm.），125 條。……

海棉。……

鐵匙，匙長 5 cm. 或 6 cm.。……

橡皮塞，一孔，塞硬試管用。……

橡皮塞，二孔，塞 250－c.c. 廣口瓶用。 .....

橡皮塞，二孔，塞 250－ c.c. 燒瓶用。 .....

橡皮塞，二孔，塞 1000－ c.c. 細口瓶用。 .....

橡皮塞，一孔，塞上述的硬玻璃管用，共二個。

刻度試管，30－ c.c.，長約 20 cm.，能讀得 0.5－ c.c.。 .....

試管，長 15 cm.，直徑 1.5 cm.，共 12 支。 .....

試管刷。 .....

試管架。 .....

布。 .....

三角鐵架。 .....

表面玻璃，直徑約 8 cm.。 .....

平面玻璃，10 cm. 見方，共四塊。 .....

鐵絲網，石棉心，12 cm. 見方，共二塊。 .....

補充儀器

放於各試驗桌上的儀器

本生燈，附橡皮管 75 cm.。

鐵夾，大號，夾燒瓶及冷凝管用。

鐵三脚架（圖 39）。

集氣槽（圖 28）。槽深爲 12－15 cm.，能容 250 c.c. 廣口瓶四五隻，圓形或方形均可，可用珐瑯，或磁器，或命洋鐵匠以馬口鐵製成。

鐵架及鐵環三個 。

砂盤 ，鐵製，直徑約 12 cm.。

放於各試驗桌上的藥品

下列各藥品，可盛於 250－c.c. 瓶中。盛氫氧化鈉的瓶須用普通木塞，其他各瓶可用玻璃塞。

氫氧化銨（密度 0.90）

鹽酸（密度 1.2）

硝酸（密度 1.4）

氫氧化鈉溶液（10 g. 溶於 100 c.c. 水中）

濃硫酸（密度 1.84）

稀硫酸（100 c.c. 酸溶於 350 c.c. 水中）

十組學生公用的儀器

試驗溶液導電度用器一副（圖 47）此器自製或購買均可。

貝谷克（Babcock）牛奶測定器一副，二瓶或四瓶，（圖 66）。

天平一副，能稱 0.5 克至 500 克的重量，並附法碼一副。

天平二副，能稱 1 克. 至 100 克的重量，並附法碼各一副。

細口瓶，容量 1 升，共五隻。

2000－ c.c. 瓶或燒瓶一隻。（圖 49, B）

滴管，容量 50 c.c.，刻成 0.1 c.c. 共四支，（圖46）。

藍玻璃 10 cm. 見方，（焰色鑑別用）共五塊。

冷凝管（Liebig）四支，附橡皮管。

木塞鑽孔器二套，每套 6 隻。

木塞，上等，號碼爲 7，8，9，10 及 12 共二羅即二十四打。

量筒 30－c.c. 一隻。

量筒 500－c.c. 一隻。

製蒸餾水用之蒸餾器一副。

小號擴大鏡一副。

顯微鏡一副，目鏡 1 inch，物鏡 $\frac{2}{3}$ 及 $\frac{1}{6}$。

刻度量管（容量 5 c.c. 刻成 0.1 c.c. 或 0.2 c.c.）共五支。

溫度計，自－10° 至 150° C. 共五支。

玻璃塞曲頭瓶，容量 150－ c.c.（圖 51）共五隻。

放於藥品架上的藥品（公用）

各種藥品應盛於有玻璃塞子的瓶中，瓶外的標籤，可向 Tablet and Ticket Co., Chicago, Illonois 購買各種大小的膠製字母，自行印成；或向儀器公司購買整套的標籤亦可（包含一切普通藥品）。如試驗人數較少，瓶的容量爲 250－ c.c. 已足，如人數較多，則須用 500－ c.c. 的瓶子。有些藥品，如石灰水等，需量較多，應用 1000－ c.c. 的瓶子。一切的溶液均須用蒸餾水配成。10% 溶液即 10 克的物質溶於 100 c.c.的水中。

醋酸（36%）

酒精

硫酸鋁（10%溶液）

鉬酸銨溶液（直接購得）

氯化銀（10%）溶液

硼砂（固體）

氯化鈣（10%溶液）

四氯化碳

氯水（氯飽和於水中）

三氯甲烷（即氯仿）

硝酸鈷（5%溶液）

硫酸銅（10%溶液）

費令氏溶液（Fehling's solution）：A液，以 17.5 g. 的硫酸銅結晶溶於 250 c.c. 的水中製成。B液以 87.5 g. 的酒石酸鈉鉀（sodium potassium tartrate）溶於 10% 的氫氧化鈉溶液 250 c.c. 中製成；或向藥房購買貝來的脫溶液（Blnedicts solution）亦可。

氯化鐵（10%溶液）

硫酸鐵（10%溶液）

碘液，以碘 2 g. 及碘化鉀 10 g.，溶於100 c.c. 的水中製成。

醋酸鉛（10% 溶液），如溶液不甚潔明，可加醋酸數滴，並震搖其溶液。

石灰水（氫氧化鈣的飽和溶液），加固體氫氧化鈣三四克於水一升中，將混合物放置相當時間，使未溶解的固體沈下。應用時可用上部的潔明溶液。

石蕊試液，溶相當量的石蕊於水中，使成一深色溶液。

硫酸鎂（10%溶液）

氯化鎂（10%溶液）

氯化汞（5%溶液）

硝酸亞汞（10%溶液）

酚酞試藥（1 g. 溶於 200 c.c. 酒精中）

溴化鉀（10%溶液）

鉻酸鉀（10%溶液）

鐵氰化鉀（10%溶液）

亞鐵氰化鉀（10%溶液）

氫氧化鉀（10%溶液）

碘化鉀（10%溶液）

硫氰酸鉀（10%溶液）

硝酸銀（4%溶液）

澱粉溶液，將澱粉 4 克或 5 克與冷水和成漿狀，然後加沸水 1 升，每次加水三四滴，加後拌勻。並加氯化鋅 10 克（作爲防腐劑用）。均勻混和，將混合物靜放相當時間，應用時須用上部潔明的溶液。

碳酸鈉（10%溶液）

氯化鈉（固體）

一硫代硫酸鈉（10%溶液）

10 組或 10 人試驗所需的藥品

下列各藥品後括號中的說明，表示藥品的等級。C. P. 二字，表示 chemically pure（化學純粹）。藥品的重量，均以國際度量衡制表示，但均附有以英國制計算之近似值。

下表並未包括各種容易購得的藥品及物件，如發酵粉，奶油，黏土，棉布，各種油脂，麵粉，汽油，白明膠，冰，鐵絲及銅絲，火油，鉛、牛奶，糖漿，人造奶油，食鹽，肥皂，白糖，小釘，醋，酵母等等。

	需要約數
醋酸（36%）（C.P.）	500 g.（1 lb.）
冰醋酸	200 g.（½ lb.）
鹽酸（密度 1.2）（C. P.）	2 kg.（5 lb.）
鹽酸（商品）製二氧化碳用	2 kg.（5 lb.）
硝酸（密度1.4）（C. P.）	3 kg.（7 lb.）
草酸（純）	200 g.（½ lb.）
硫酸（密度 1.84）（C. P.）	4 kg.（9 lb.）
硫酸（商品）（密度 1.83）貝谷克牛奶試驗用	500 g.（1 lb.）
丹寧酸（商品）	100 g.（¼ lb.）
酒精（95%）	1 升（1 gt.）
明礬（銨）（純）	500 g.（1 lb.）
鉛（片狀或鏇狀）	60 g.（2 oz.）
硫酸鋁（純）（結晶）	500 g.（1 lb.）
碳酸銨（純）	100 g.（¼ lb.）
氯化銨（純）	200 g.（½ lb.）
氫氧化銨（密度0.90）（C. P.）	2 kg.（5 lb.）
鉬酸銨溶液	500 g.（1 lb.）
硝酸銨（純）	100 g.（¼ lb.）
硫酸銨（商品）	500 g.（1 lb.）
硫化銨溶液	500 g.（1 lb.）
銻	30 g.（1 oz.）
三氧化二銻（商品）	30 g.（1 oz.）
氯化銀（C. P.）	100 g.（¼ lb.）
苯	200 g.（½ lb.）
鉍	30 g.（1 oz.）

漂白粉.....500 g. (1 lb.)

骨炭.....200 g. (½ lb.)

硼砂(商品).....500 g. (1 lb.)

硼酸(純).....100 g. (¼ lb.)

氯化鋇(C. P.).....30 g. (1 oz.)

碳化鈣.....500 g. (1 lb.)

碳酸鈣(沈澱).....500 g. (1 lb.)

氯化鈣(粒狀)填乾燥管用.....1 kg. (2 lb.)

氟化鈣(氟石).....200 g. (½ lb.)

氫氧化鈣(消石灰).....500 g. (1 lb.)

硫酸鈣(巴黎粉即燒石膏粉).....1 kg. (5 lb.)

二硫化碳(商品).....100 g. (4 oz.)

四氯化碳(商品).....2 kg. (5 lb.)

木炭(小塊).....500 g. (1 lb.)

三氯甲烷(商品).....200 g. (½ lb.)

硝酸鈷(純).....30 g. (1 oz.)

銅鏇或銅屑.....200 g. (½ lb.)

銅箔(薄).....100 g. (¼ lb.)

硝酸銅(純).....30 g. (1 oz.)

氧化銅(黑色細粉,純).....100 g. (¼ lb.)

銅片.....200 g. (½ lb.)

硫酸銅結晶(C. P.).....200 g. (½ lb.)

棉子油.....200 g. (½ lb.)

染料: gallein, fuchsine, methyl violet, malachite green, congo red, alizarin paste (20%)

各 10 克

福爾馬林(蟻醛溶液).....100 g. (¼ lb.)

過氧化氫.....200 g. (½ lb.)

碘.....30 g. (1 oz.)

氯化鐵(三價) (C. P.).....60 g. (2 oz.)

鐵粉(用酒精還原之鐵).....100 g. (¼ lb.)

硫酸鐵(三價).....200 g. (½ lb.)

硫酸鐵(二價).....200 g. (½ lb.)

硫化鐵(如豌豆大小,製硫化氫用).....1 kg. (2 lb.)

鐵絲(掛照相架用), No. 0.....25 m. (25 yd.)

醋酸鉛(鉛糖)(粉狀).....200 g. (½ lb.)

鉛箔.....30 g. (1 oz.)

一氧化鉛(商品).....100 g. (¼ lb.)

硝酸鉛(純).....60 g. (2 oz.)

石蕊.....60 g. (2 oz.)

石蕊試紙（紅色 100 條，藍色 100 條）……二盒
鎂條……60 g.（2 oz.）
硫酸鎂（瀉鹽）……500 g.（1 lb.）
硫酸錳……60 g.（2 oz.）
二氧化錳（純，粉狀）……1 kg.（2 lb.）
大理石（大小如胡桃）……2 kg.（4 lb.）
氯化汞……30 g.（1 oz.）
氧化汞……30 g.（1 oz.）
硝酸亞汞（C. P.）……100 g.（¼ lb.）
汞……30 g.（1 oz.）
石蠟……500 g.（1 lb.）
酚酞試藥……30 g.（1 oz.）
磷（黃）……20 g.（1 oz.）
照相顯影藥……1 瓶
水泥……1 kg.（2 lb.）
酒石酸鉀（酒石）……100 g.（¼ lb.）
溴化鉀（粒狀，純）……60 g.（2o g.）
氯酸鉀（小粒結晶）……500 g.（1 lb.）
氯化鉀（C. P.）……100 g.（¼ lb.）
鉻酸鉀或鉻酸鈉（純）……100 g.（¼ lb.）
重鉻酸鉀（純）……100 g.（¼ lb.）
鐵氰化鉀（C. P.）……100 g.（¼ lb.）
亞鐵氰化鉀（C. P.）……100 g.（¼ lb.）
氫氧化鉀（條狀）……100 g.（¼ lb.）
碘化鉀（純）……60 g.（2 oz.）
硝酸鉀（純）……200 g.（½ lb.）
高錳酸鉀（純）……30 g.（1 oz.）
硫氰酸鉀（C. P.）……30 g.（1 oz.）
橡皮（天然）……500 g.（1 lb.）
硝酸銀……30 g.（ 1oz.）
鈉……30 g.（1 oz.）
安息香酸鈉（苯甲酸鈉）（純）……30 g.（1 oz.）
酸性碳酸鈉（發酵粉）……500 g.（1 lb.）
溴化鈉（結晶）（純）……200 g.（¼ lb.）
碳酸鈉（無水）（純）……200 g.（¼ lb.）
磷酸氫鈉（磷酸氫二鈉）（C. P.）……100 g.（½ lb.）
氫氧化鈉（條狀）……1 kg.（2 lb.）
氫氧化鈉（標準溶液）……1 升
碘化鈉（結晶）（純）……100 g.（¼ lb.）

硝酸鈉（純）	200 g.（½ lb.）
硫化鈉（純）	100 g.（¼ lb.）
一硫代硫酸鈉	500 g.（1 lb.）
硝酸鍶（純）	30 g.（1 oz.）
硫粉	500 g.（1 lb.）
硫條	500 g.（1 lb.）
錫（粒狀）	60 g.（2 oz.）
鋅（粒狀，無砷）	1 kg.（2 lb.）
鋅（粉狀）	30 g.（1 oz.）
鋅（片狀）	200 g.（½ lb.）
氯化鋅	100 g.（¼ lb.）
硫酸鋅（結晶）	100 g.（¼ lb.）

附　表

各種普通元素的記號及原子量表

0=16

鋁	Aluminum	Al	26.97	碘	Iodine	I	126.932
銻	Antimony	Sb	121.77	鐵	Iron	Fe	55.84
砷	Arsenic	As	74.93	鉛	Lead	Pb	207.22
鋇	Barium	Ba	137.36	鎂	Magnesium	Mg	24.32
鉍	Bismuth	Bi	209.00	錳	Maganese	Mn	54.93
硼	Boron	B	10.82	汞	Mercury	Hg	200.61
溴	Bromine	Br	79.916	鎳	Nickel	Ni	58.69
鎘	Cadmium	Cd	112.41	氮	Nitrogen	N	14.008
鈣	Calcium	Ca	40.07	氧	Oxygen	O	16.000
碳	Carbon	C	12.00	磷	Phosphorus	P	31.02
氯	Chlorine	Cl	35.457	鉀	Potassium	K	39.10
鉻	Chromium	Cr	12.01	矽	Silicon	Si	28.06
鈷	Cobalt	Co	58.94	銀	Silver	Ag	107.880
銅	Copper	Cu	63.57	鈉	Sodium	Na	22.997
氟	Fluorine	F	19.00	硫	Sulphur	S	32.06
金	Gold	Au	197.2	錫	Tin	Sn	118.70
氫	Hydrogen	H	1.008	鋅	Zinc	Zn	65.38

各溫度時水的汽壓表

（水銀柱高以毫米爲單位）

溫度	壓力	溫度	壓力
15°	12.78	21°	18.62

16°	13.62	22°	19.79
17°	14.52	23°	21.02
18°	15.46	24°	22.32
19°	16.56	25°	23.69
20°	17.51	100°	760.00

1 升的各種氣體，在標準狀況下的重量（單位爲克）

乙炔……1.1621
空氣……1.2930
氨……0.7708
二氧化碳……1.9768
一氧化碳……1.2504
氯……3.214
氫……0.08987
氯化氫……1.6393
硫化氫……1.5392
甲烷……0.7168
氧化氮……1.3402
氮……1.2506
氧化亞氮……1.9777
二氧化硫……2.9266
氧……1.4290

各種固體的溶解度表

名稱	分子式	在以下各溫度時，每 100 c.c. 水中所能溶解的克數		
		0°	20°	100°
氯化鈣	$CaCl_2$	59.5 g.	74.5 g.	159.0 g.
氯化鈉	$NaCl$	35.70 g.	36.0 g.	39.80 g.
硝酸鉀	KNO_3	13.30 g.	31.6 g.	246.0 g.
硫酸銅	$CuSO_4$	14.30 g.	21.7 g.	75.4 g.
硫酸鈣	$CaSO_4$	0.759g.	0.203g.	0.162 g.
氫氧化鈣	$Ca(OH)_2$	0.185g.	0.165g.	0.077 g.

電化序表

1. 鋰	7. 錳	13. 鎳	19. 鉍
2. 鉀	8. 鋅	14. 鉛	20. 砷
3. 鈉	9. 鉻	15. 錫	21. 汞

4.	鈣	10.	鐵	16.	氫	22.	銀
5.	鎂	11.	鎳	17	銅	23	鉑
6.	鋁	12.	鈷	18.	銻	24	金