

高級中學適用

實用化學實驗教程

BLACK'S
LABORATORY EXPERIMENTS
IN
PRACTICAL CHEMISTRY

孫 豫 壽 譯

商務印書館發行

學 適 用

實用化學實驗教程

BLACK'S
LABORATORY EXPERIMENTS
IN
PRACTICAL CHEMISTRY

孫 豫 壽 譯

商 務 印 書 館 發 行

1936

序

本書爲拙譯實用化學 (Black & Conant: Practical Chemistry) 之實驗教程。其編制程序，悉與實用化學相接應。實驗方法，皆根據原著者 Black 氏多年任教化學之經驗，以初學者之需要爲依歸者也。實驗之指導，最初敘述甚詳，其後則漸事簡縮，俾徐徐啓發學者之自創力及想象力。此項指導之敘述剖解，力求明達，教師於實驗手術方面，宜可無須再事解釋。指導內時亦插入問句(下附曲線)，則以集中學者之注意力於所見之重要事項上也。取材不務新奇，惟於選擇有價值實驗及敘述指導方法之精慎，特予注意焉。

任何科學，莫不以實驗爲基要工作，教本之鑽研，徒就學者於實驗室所得之報告紀述，加以光大而組織之耳。科學之基本原理，所貴乎學者親自操作實驗，使其進於真確及堅實。至家生活及社會上工商業生活上，如何利用此項事理，亦可由若干實驗說明之，此則加以試演，尤足多也。

大凡實驗室工作，其目的之一，即求鼓起學者之精神及熱情，

使由實驗尋求真實事理也。爲激勵此種精神起見，本書每於一節實驗後，提出許多問題及實驗，列爲“隨意實驗”一項。此等問題及實驗，既於實驗工作上予以伸縮及更張，而於學校實驗室內之化學，與家庭，工廠，或農場方面之化學，尤足實證其間密切之關係也。

本書每節實驗前，復列“緒引”一段，俾實驗得以按部就班，亦可藉以明其意義所在。教師於每節實驗未作之前，宜乘口頭講述之便，善予推演，詳加伸論。

本書實驗凡八十五節，非謂一級學生均須依次習作者。教師可視其課程時間，及學生之能力，斟酌選作。實際初習化學者，平均能作四十節以上之實驗，而結果完善者殊難。苟能精慎而作少數之實驗，善事記錄，而通體了解，實遠勝於囫圇吞棗粗略輕忽之作多許實驗也。

本書主要所需之器具至爲簡單，其化學藥品，價亦低廉（見附錄實驗室用品表）。目錄內標以*記號之實驗，乃解明基本之事理者，無論如何，皆應選作。

——取意原序

譯者

二三，十一，十二。

實 驗 與 相 當 之 章 次

阿 拉 伯 數 字 指 本 實 驗 教 程 之 實 驗 數，華 文 數 字 指 實 用 化 學 章 次

實 驗	章 次	實 驗	章 次
1,2	一	38,39,40	二十一
3,4	二	41	二十二
5,6	三	42,43	二十三
7,8,9	四	44 45 46,47	二十四
10,11	五	48,49,50,51	二十五,二十六
12,13	六	52,53	二十七
14,15	七	54,55,56,57	二十八
16	八,九	58,59	二十九
17	十,十一	60,61,62,63, } 64 65	三十
18,19,20	十二	66,67	三十一
21,22	十三	68,69,70	三十二
23,24	十四	71 72	三十三,三十四
25,26	十五	73 74,75,76	三十五
27,28	十六	77,78,79,80	三十六
29,30,31,32,33	十七	81,82	三十七
34	十八	83,84	三十八
35	十九	85	三十九
36,37	二十		

一 般 提 示

讀實驗室訂立之規則後，並應遵從下列各項注意：

注意 1. 遵循指導——在作實驗之前，應先將指導部分審慎通讀一過，宜力求瞭解本節實驗之目的。帖切遵循指導而從事，須知指導部分，一字一句莫不重要。

注意 2. 縝密記錄——各人應備實驗鈔簿一冊，每作一次實驗，即先載明日期，實驗題目，及小標題，與節段字母標號（如 **a**, **b**）。其次分別摘記下列四項。

- (1) 略記所作者何，所見者何，及所得之結論為何。應自出心裁，勿抄襲書本。遇有變化發生，應即列其方程式；
- (2) 實驗時關於方法及步驟，有逾越之處；
- (3) 附繪裝置之簡明圖解，並附圖註；
- (4) 以確定之字句，答復每一直接問句（見下）。

此項鈔簿，應隨時繳呈教師審閱。此外應另備筆記簿一冊，以札記教師於書本外之提示，或草擬記錄及演習計算等。

注意 3. 妥慎答問——本書所有問句，皆應逐句解答，而答案應以詳細審察而得之結果為根據，不可以猜想出之。有時欲得一完滿之答案，須自行設法另經一種實驗手續。學者於此，宜悉心探討，以期自行解答，勿逕叩教師。

注意 4. 參考周詳——緒引及指導中，有時因欲求明瞭實驗之根據或事理，夾註參考頁數或節數。其所指頁數或節數，即為孫譯實用化學之頁數或節數。學者應先事詳細參閱所指引之材料，再作實驗。

注意 5. 取料須知——取用物料，勿超過載明之數量；取量過多，徒耗費

物質與時間而已。如有未載明適當之量時，則宜先用極少量試之。

自公用架上取需要之化學藥品時，勿將貯物之瓶，攜至本人桌上。如為液體，則用試管，如為固體，則用表皿，就架取之。固體亦可以紙承之。此種紙當常備於架旁。如取出物品過多，切勿還諸原瓶內。

公用架上之化學藥品，分為兩組，各依化學式字母排列為序。第一組為固體物貯於小瓶內。第二組為液體。瓶上與架上均編定號數，則位置不致變動。瓶還置架上時，須注意號數，勿使混訛。瓶上標籤，使用前務加注意，因常有同一物質，而分數種品質者。例如純粹，商品，稀，濃，規定等。

如有特種物品，載明向教師領取者，則宜向其領取之。

注意 6 調節燈焰——燈焰之大小，應用螺旋栓調節之。加熱試管及燒杯，火焰每宜小不宜大。

注意 7 廢物棄除——火柴 濾紙，碎玻璃及作用剩餘之化學藥品等物，應棄入廢物缸，勿擲之水池。設有多量之酸或他種液體，傾入水池，應即用大量之水沖洗去之。

注意 8 力求整潔——各人所用器具，應力求整齊清潔。每日工作完畢，宜將各種器皿洗滌清淨，而後整齊晾置器物架或桌上。

注意 9 救治治傷——本書實驗中於必要時，特列〔注意〕一項，學者應嚴密遵依，以免危險。

酸類濺及衣服時，急以氫氧化鈉溶液洗之。

熱器灼傷燙傷或受酸類或腐蝕性液體(如溴)之灼傷後，宜以水和碳酸鈉徐洗擦之。各種創傷除極輕者外，均宜以半飽和之硼酸水洗滌，然後包紮，以防病菌侵入。必要時可求助於教師。

割傷宜先以流動之蒸餾水洗之，次如前施以硼酸水，或塗以內含 2% 硼酸之凡士林(即硼酸軟膏)。

目 錄

	頁數		頁數
實驗與相當之章次	5	19. *鹽酸	51
一般提示	7	20. *氯化物之檢驗	53
實驗室手術一斑	1	21. *酸類, 鹽基類, 及鹽類	54
實驗室記錄之保存	8	22. 由滴定法量測溶液之濃度	56
鈔簿上之繪圖	9	23. *氧一坩之重量	59
實驗		24. 二氧化碳之克分子重量	62
1. *物質於空氣中加熱之變化	10	25. *硫之形態	65
2. *金屬於空氣中加熱所起重量 上之變化	12	26. *硫化氫	68
3. 混合物離析為各成分	13	27. *二氧化硫及亞硫酸	71
4. *化合物之分解	15	28. *硫酸	74
5. *氧一製法及性質	17	29. *氣體, 液體及固體之溶液	76
6. 氯酸鉀內氧之百分率	21	30. *溫度對於溶解度之影響	78
7. *水為鈉所分解	23	31. 食鹽之溶解度	79
8. *氫一製法及性質	25	32. 結晶水—風化—潮解	81
9. 氧化物藉氫 還元作用	27	33. *結晶水之量計	83
10. *水之電解	29	34. 膠體液	85
11. 水之蒸餾	31	35. 銅之原子量	87
12. *二氧化碳—製法及性質	33	36. *氮一製法及性質	90
13. 一氧化碳—製法及性質	36	37. 家用氮之分析	92
14. *大氣之成分	38	38. *硝酸	94
15. *空氣內氧之百分率—體積	41	39. 一氧化氮及二氧化氮	97
16. 化合物之組成及式	44	40. 氧化二氮	99
17. *金屬物之反應量或當量	46	41. *物質於溶液中之導電性	102
18. *氮一製法及性質 ¹	48	42. *可溶性鹽之製法	104
		43. *不可溶性鹽類之製法—各種	

方式之反應.....105	69. 矽之化合物.....156
44. 碳酸鈉及酸性碳酸鈉.....107	70. *金屬之硼砂珠檢驗.....157
45. 煅貝粉之分析.....108	71. 亞鐵化合物.....159
46. 鹽類之水解.....110	72. 鐵化合物.....160
47. *焰色檢驗.....111	73. *金屬之硝酸鈷檢驗法.....162
48. *溴—製法及性質.....114	74. *金屬之取代.....164
49. *碘—製法及性質.....116	75. 錫之氯化物.....165
50. 鹵素化氫.....118	76. 鉛之鹽類.....167
51. 次氯酸—漂白.....119	77. 銅化合物.....168
52. 磷之酸類.....120	78. 照相術上之銀化合物.....170
53. 土壤檢驗.....122	79. *銀, 汞, 鉛之離析.....171
54. *煤之乾餾.....124	80. 銀幣之分析.....173
55. 煤之分析.....126	81. 染色.....175
56. *木炭—製法及性質.....128	82. 漆料.....177
57. *乙炔及甲烷.....131	83. 錳化合物.....178
58. 氣油及燈油.....133	84. 鉻化合物.....180
59. 酒精—製法及性質.....136	85. 簡單化合物之鑑定.....182
60. *肥皂—製法及用途.....139	附錄 水蒸氣壓力, 或水氣張力.....185
61. 滿斑之去除.....141	重要氣體之密度.....185
62. 織物纖維.....143	溶解度表.....186
63. 食物之成分.....145	溶解度通則.....186
64. 牛乳中之滋養成分.....147	重要元素表.....187
65. 食物摻假之檢驗.....150	中外度量衡換算表.....188
66. *硬水之處理.....151	實驗室用品.....189
67. 壤泥及混凝土.....153	對數表 封底裏頁及對頁
68. 氫氧化鋁—製法及用途.....155	

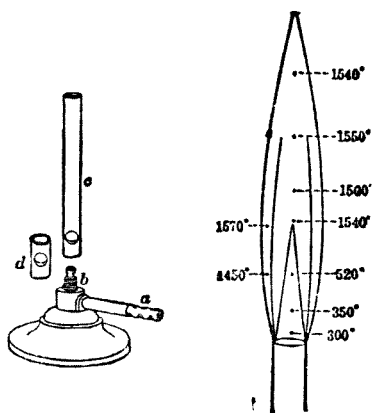
實用化學

實驗教程

實驗室手術一斑

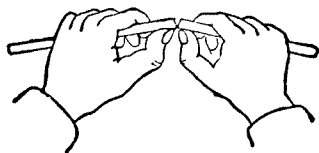
檢核器物——各自檢核所發之器物，已否完備？是否完好？其較不熟悉之器具，可查左頁，按其圖形而知其名稱。各物務常保清潔而安置有方。

本生燈——凡裝有煤氣設備之實驗室，本生燈(第1圖)殆為必不可缺之取熱器。燈座上之空氣洞孔開啓時，即有空氣吹入而與煤氣相混和。此時當舉淨明之藍色火焰(第1圖)；火焰之大小，可調節開關栓以控制之。燈座上洞孔關閉時，則得黃色之火焰。



第1圖 本生燈及其火焰
左方 *a* 為通煤氣之管，*b* 螺旋塞栓，*c* 燈管，*d* 空氣門。右方數字示大概之溫度(°C.)

此種燈燃點時，切勿當旋開煤氣管時即持臨燃着之火柴，應先將煤氣管旋開，然後臨以火柴。蓋依前法，往往有令火焰迴入之

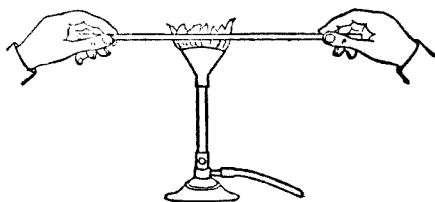


第 2 圖 已鏢痕之玻管折斷手式

處，即於管內底座之口上起燃也。如此則燈內發出一種不快之臭；且使燈燒成極熱。此時應旋閉煤氣，而重行合法燃點之。

玻璃管工——欲截斷細玻管，可橫置桌上，用三角鏢於所欲截斷之點，鏢一刀痕。次以兩手執管，置兩拇指於刀痕之背面。於是以前指用力外挺，同時將餘指向內折拗即成（第 2 圖）。

欲彎曲玻管，可於本生燈上加一翼形帽而得之無光焰內，將玻管迴旋燒之（第 3 圖），俟覺其柔軟，即取離燈焰而徐徐



第 3 圖 於無光焰內燒熱玻璃管

彎曲成所需之形式。欲求彎曲良好（第 4 圖），則須至少將管之 5 厘米長一部分均勻加熱。又應知熱玻璃置冷桌上每必爆裂。



第 4 圖
彎曲之優劣

玻璃管使用之前，須將其鋒利之邊緣，置近本生焰頂尖處燒之使成渾圓。稱為管端燒滑。

器具之裝配——配合器具時，每須將玻管插入瓶塞中，最好

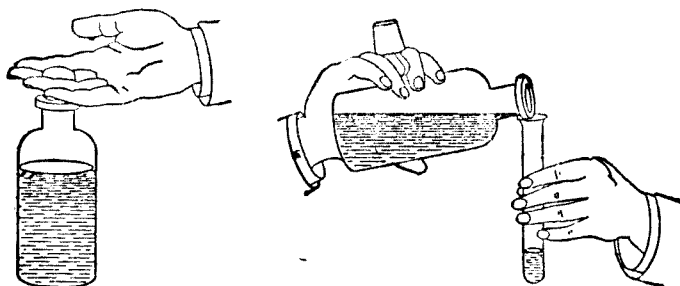
先將玻管着水，使其潤滑，然後徐徐轉動——不可直推——以貫入塞中。其鑲合處務求其不洩氣，亦至為重要。欲驗器具之是否不洩氣，或則吹入空氣，或則吸出空氣均可。一般於裝塞之瓶內盛水少許，使貫塞之玻管一部分沒入水中，則可設法令管內之水面高起或降低若干。瓶塞處如有罅隙，則當口唇離去管口，加以封閉時，管內水面仍能徐徐變移。塞上小孔切勿用火柴梗或白蠟塞封，務須重行善自裝配之。

器具之加熱——各種玻璃或瓷製之器皿，於加熱之前，均須擦乾其外面。加熱盛有液體之試管時，可用試管夾等夾住，而令其位置傾斜，在火焰中須時時動盪，同時注意勿令火焰接觸液體以上之玻璃部分。液體之盛於燒杯或燒瓶內者，切勿試以直接焰煮沸之。此時當用金屬絲網，或襯貼石棉心者尤佳。將火焰旋低，令焰頂之敞圍，適如燒杯之大小，則其起沸騰可較速。

瓷皿大致用以蒸發，應於石棉上熱之。瓷坩堝則可支於瓦管三角而直接熱之，惟應徐徐溫熱而緩緩冷却之。

物料之取用——勿自瓶中逕將固體傾出，應用匙或杓等之器件。勿逕於秤盤上稱衡物料，應襯以縹紙或其他乾潔之薄紙。勿取多於所需之物料，多餘之物料勿還入原試劑瓶中。

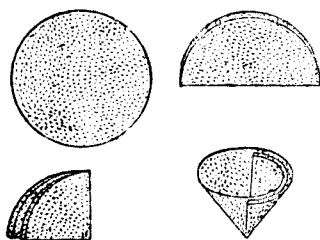
自瓶內傾倒液體須注意勿令液體沿下瓶邊。宜將瓶頭頸輕擱於受液器之邊口。瓶塞切勿遺置桌上，宜夾於兩指之間如第5



第 5 圖 傾倒液體時之夾持瓶塞法

圖所示。

欲濾過液體，先取濾紙摺成四分之一大小，然後張開，成一圓

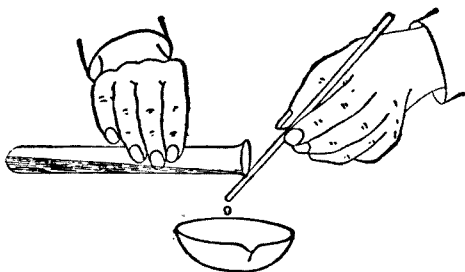


第 6 圖 濾紙摺法

錐體形(第 6 圖)。將此圓錐體襯入漏斗中，漏斗之大小，適合濾紙恰在漏斗頂邊下，次再用水通體澆溼之，於是即可供濾過之用。

棒流下(第 7 圖)。以石蕊紙作試驗時，亦可用攪棒。以攪棒蘸一滴液體，滴於試紙上，切勿以試紙浸入液體中。

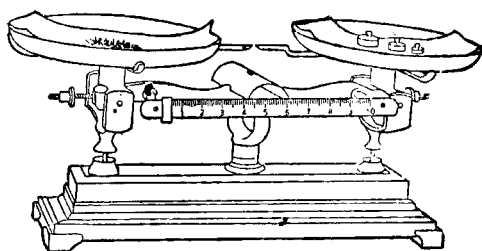
攪棒應先燒滑。於傾注液體時利用之，甚為適宜。液體即可沿攪



第 7 圖 沿玻璃棒傾注液體

稱衡及計數法碼。

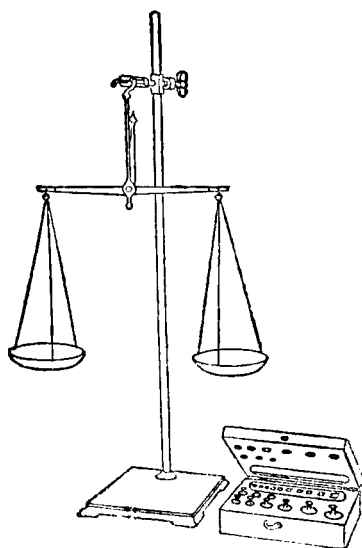
——實驗時稱取物料，用臺秤(第8圖)。此項秤器，如使用得宜，可精準至十分之一克(0.1克)。切記欲稱之物應置左方之盤，而



第8圖 臺秤

法碼則置右方之盤；又須熟記用滑碼以代小法碼之法。

定量實驗時用一種角盤天平(第9圖)，感量百分之一克(0.01克)。化學天平(第10圖)一般均裝有瑪瑙製之支稜，而每

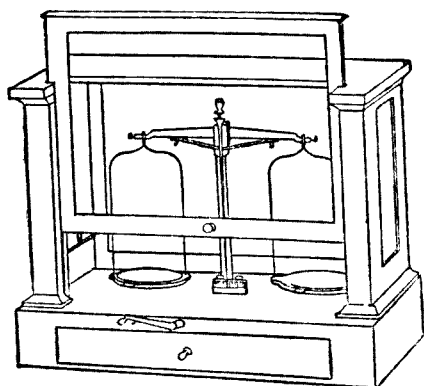


第9圖 角盤天平及法碼匣

關於玻璃小櫥內。試檢視法碼匣，觀其排列及標記之方法。常見其較重之法碼(一克以上)均製以黃銅，分數法碼則製以洋銀或鉛片，而標以尅(mg.)。500尅即為0.5克，10尅即0.01克也。

天平之用法——稱衡物料時先視天平擺動是否平準，即其指針之搖曳距離左右相等。如其不然，則或藉安定螺旋或加準衡物以調整之。將欲稱之物置

左盤，以法碼置右盤。先用猜想其稍重於物料之法碼；見其果屬太重，則取去再試以次一較輕者。勿逕以手指取法碼；宜常用鑷子。先計法碼匣中之空位，然後計盤中之法碼數，分別錄下而核



第 10 圖 化學天平

對之。就經驗所知，多數之錯誤往往由於誤計法碼之故。將法碼還入匣中時，先以最大者，同時復計數之。

天平之搖曳，不必待其靜止，良好之天平往往能繼續擺搖多時。盤中

所加法碼，至其適足令指針擺搖之距離左右相等即可。

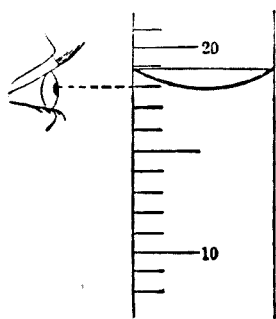
體積之量計——量計液體體積，恆用刻度之玻璃圓筒(第 11 圖) 所須注意者，視察時務令眼位與液面在一平線上。筒上之刻度及其數值，須加熟習。應自刻度之零點看起。當見液面並非平齊而成彎形。此彎面稱為**臄面**。如為凹形臄面，若水等，以最低最凹下之點所對之刻度作為量值(第 12 圖)。量小體積時，用較小之刻度圓



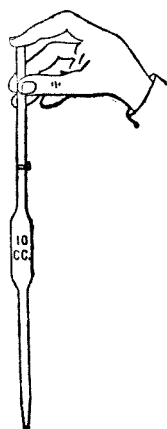
第 11 圖 刻度玻璃圓筒

筒,圓錐形量杯或刻度試管等。

定量實驗時,取用某定量之液體,往往用吸量管(第13圖)。吸量管有大小多種,普通用者為10 耗(ml. 或作 c.c) 及 25 耗二種,於管之上莖上刻痕以標之。用時將管之尖端,深浸入液中,而



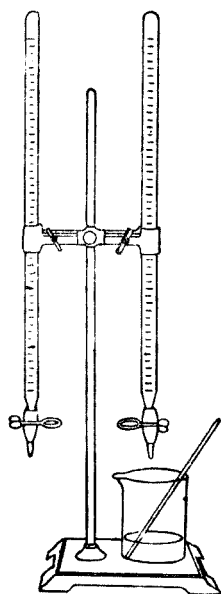
第12圖 視讀水之臑面



第13圖 吸量管

以口唇自他端徐徐吸去空氣,液體即迫入管

內。俟液體升過管莖刻痕處以上,停止吸取,而亟以手指自唇邊捺沒管口,而離去唇際。然後將手指微微鬆動,使液體稍稍流去至液面適達刻度為止。



第14圖 滴定管

更求精準時則用滴定管(第14圖)。滴定管下端附有管嘴,其間裝有玻璃活栓以司啓閉,亦有用橡皮管而聯接管嘴者。橡皮管上夾以銅鈎,其功用與活栓同。管上有精密之刻度。普通計

量至十分之一毫 (0.1 ml.)。一般均直立夾住於滴定台上。未用之前，應先以蒸餾水洗滌一過，或用欲盛之液體少許洗過尤佳。盛液後，先將活栓旋動，如係橡皮管者，則將夾寬鬆，使液流出少許，以驅盡管內之空氣。視讀液面之法與刻度圓筒同。

實驗室記錄之保存

保存一切實驗工作之整齊而精準之記錄於一鈔簿上，乃化學實驗室研究之一要事。此事對於本書同類項目，遵從一般之順序等，頗多借益之處。觀察所得務必隨時立記。本書各項實驗之指導中，所有一切標以曲線之間句，務希學者以完整之辭句答出。然此項辭句應求簡潔明晰。

定量實驗上所得之數值，尤應妥慎分類標識，應製成表格，每種量計之結果列為一行。今以實驗 6 所得之數值，表列如下，以資為例：

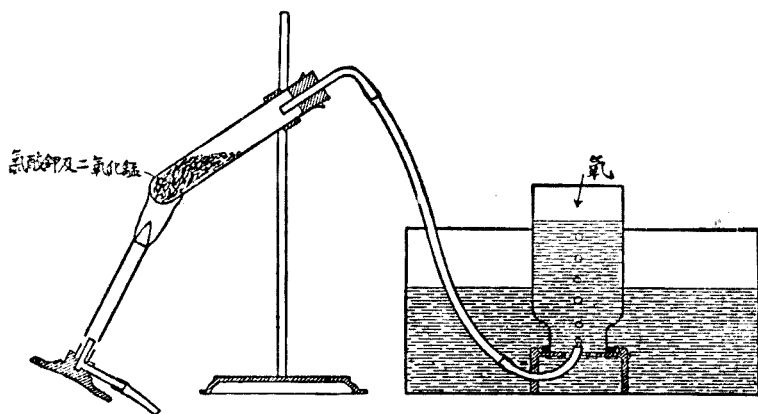
坩堝及氯酸鉀之重量	22.03 克
空坩堝之重量	20.30 克
氯酸鉀之重量	1.73 克
首次加熱後之重量	21.42 克
末次加熱後之重量	21.35 克
氧之重量 (重量之損失)	0.68 克
氯酸鉀中氧之百分率	39

此項數值務必立即逕登鈔簿，切勿抄於零星散紙。一切演算，亦應於鈔簿上為之。

君之實驗是否完全自己作成。將所作所見記錄於簿。如借他人代作實驗，或抄襲他人之記錄，結果將無所獲益而徒耗時間也。

鈔簿上之繪圖

勿繪完整器具之圖像，祇作一剖面圖可矣。想像器具為一縱平面所截割——剖開；而假定以紙張襯貼於此平面上。於是就紙切合於縱斷面之器具各點處，繪出線條。第 15 圖即為製氧用



第 15 圖 氧氣發生裝置之斷面圖

之裝置之斷面圖。所繪各圖應加標識，亦殊有益於溫習。器具裝置之圖解能妥慎加以標識，實勝於在記錄中作文字之詳述也。繪圖時除非對於自在畫確有非常之熟練，均宜用尺乃至曲線板圓規等。

實 驗 1.

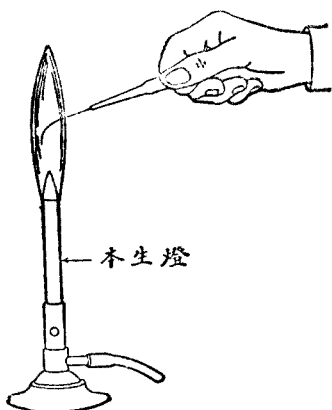
物質於空氣中加熱之變化

器具： 鑷子；本生燈；三脚架及瓦管三角；瓷坩堝蓋；鐵匙；鐵絲長 6"。

物料： 銅絲 (#24)；鎂帶 (6 種)；錫 (粒狀)；顆粒形糖。

緒引——木柴或煤炭燃燒之後，除遺留灰燼外，似盡歸消失。約百五十年前，化學家始研究此項作用，由是以後，化學一科之進

展即急轉直下。研究多種金屬於空氣中加熱所起之變化，始得對於燃燒之真確解釋。就本實驗內可以觀察數種物質加熱時究起若何之變化。



指導——a. 銅。取光亮之銅絲一根細察之，而記錄其可令人一望而知其為銅之種種特性。今將銅絲用鑷子夾住，持臨本生燈之焰

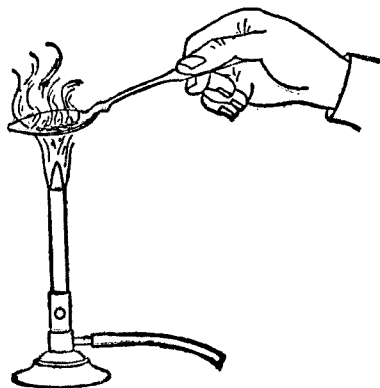
尖內 (第 16 圖)，至明知其再多加熱，亦不再生變化而止。冷却

之，視其表面之質地，與未加熱之銅絲相去若何。銅是否已起變化？本實驗內觀察所得，如列表格記錄之則更佳。

[註] 所據以獲得結論之證據，應時時提述之。

b. 鎂。用鎂帶一段，重複 a 之實驗。記錄鎂及產物之確定性質，如：顏色，光澤（金屬抑非金屬），韌性及脆性。

c. 錫。取坩堝蓋置三腳架上之瓦管三角上。於蓋內置錫粒少許加熱之。凡加熱瓷器，應先用燈焰於器下四周動盪以徐熱之。於是將燈焰旋低而置坩堝蓋下。用鐵絲攪拌熔融之錫。將原來之錫與產物比較之。



第 17 圖 於鐵匙內加熱糖粒

d. 糖。取顆粒形糖（黃豆大小）少許置鐵匙內熱之，如第 17 圖。視其有無火焰，煙霧，或臭氣發生。記錄其外表之變化及餘滓之比量。由其性質鑑定其為何物。

隨意實驗¹——將鉑絲加熱而以其結果物與原來之絲比較之。起有變化否？同法將食鹽及硫黃少許試之，而就所能確定之各物之性質——分別記錄之。然後分別於空氣內加熱，而視其起何變化並各產物之性質。

此等物質加熱後是否均起不可恢復之變化？由何而知之？硫黃與其他一切物質，其性狀上最顯異之差別為何？硫黃是否歸於毀滅。

¹ 隨意實驗內所需之器具及物料未列於實驗前之用品單中。

實驗 2.

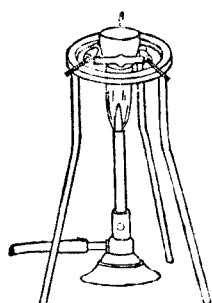
金屬於空氣中加熱所起重量上之變化

器具： 瓷坩堝；角盤天平及法碼；鐵環台；瓦管三角·木生燈。

物料： 銅絲 (#30)

[注意] 任何化學藥品均不可運置天平盤中。勿當物質熱時稱衡之。

指導——a. 將一乾潔之瓷坩堝 (無蓋) 稱衡至最近之週 (0.01 克) 數。取光亮之銅絲 (#30) 約 5 呎，圍纏於鉛筆桿上，使



第 18 圖

於瓦管三角上加熱坩堝

成螺圈，置之坩堝內，而將全體如前稱衡之。置坩堝於瓦管三角上 (第 18 圖)，加熱之，先緩徐，繼以旺盛之本生焰，經 15 分鐘。燈焰須妥為安排，使坩堝適臨藍色內圓椎之頂尖。本實驗之目的，並不求作用之完全也。

b. 將坩堝冷卻，先徐徐旋低燈焰，而後撤去之，令坩堝於三角上冷卻 俟其可以手取攜而止。

再將坩堝稱衡之。

重量上有所增減否？其重量上之差殊大概由於何故？

將所得重量表列如下：

坩堝 + 銅之重量 克

空坩堝之重量.....	克
未加熱前銅之重量.....	克
加熱後坩堝+銅之重量.....	克
空坩堝之重量.....	克
加熱後銅之重量.....	克
銅之重量之變更.....	克

隨意實驗——重覆上項實驗，用鐵粉或錫粒 2 或 3 克以代銅。

實 驗 3.

混合物離析爲各成分

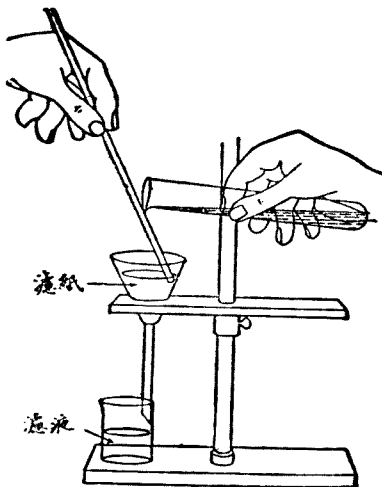
器具：試驗管及配合之木塞；漏斗；濾紙；結晶皿；小燒瓶；蒸發皿；鐵環合。

物料：黑火藥；二硫化碳。

緒引——自然界中所見之物料純粹者殊尠，大抵至少含有二種之物質，其於物料全部內之配布，多少不勻齊，互相集合之程度，或鬆散，或堅牢，視情形而定。此種物料稱爲混合物，其各成分稱爲混質（亦即稱成分）。每一成分均保存其個性及其固有之一組物理性及化學性。混合物之性質，往往爲其各成分之平均性質耳。由本實驗可以見黑火藥一物，雖顯係勻和一致，然實乃三種絕異物質，硫黃，硝石，木炭之一混合物。今此之問題，即在利用每種物質之性質以自混合物內析出也。

指導——a. 試取少許黑火藥察之。此物雖屬三種絕異物質之混合物，然其混合之勻密，竟不易識別之。惟藉適當之溶劑，亦可將各成分——離析之。二硫化碳可溶解硫黃，而水則可溶解硝石；木炭則於兩種溶劑中均不可溶，因得殘留。

b. 置約 5 克之火藥於試管中，管上配有木塞。先以 10 毫



第 19 圖 由濾過法離析混合物

之二硫化碳注入火藥上，然後加塞，將試管搖盪 15 分鐘。放置之令其沈降，傾出清液，經乾燥之濾紙（第 19 圖），而注入燒杯或結晶皿中，放置在無火焰臨及之所。

[注意] 二硫化碳甚易燃燒，切勿接近燈焰。

二硫化碳不久即行蒸發，而餘剩硫之結晶。

c. 將試管中所留存之黑色餘滓，取出攤於濾紙上乾燥之。乾燥後，移入小燒瓶內。注入 20 毫之熱水，而搖盪 5 分鐘。硝石即行溶解，將溶液濾入清淨之蒸發皿中。加熱濾液，水即蒸發去，餘留白色之殘滓，即為硝石，或稱硝

d. 此時濾紙上所餘之黑色渣滓，即為木炭，乃火藥之第三

種成分也。

結果——此項火藥三種成分之離析，各利用其何種性質？

隨意實驗——將下列各物質製成混合物，而後用適宜之溶劑離析各成分：

- (1) 白堊粉及食鹽；
- (2) 鋅粉及硫黃；
- (3) 砂及糖。

實 驗 4.

化 合 物 之 分 解

器具：燃燒管(硬玻璃試管)備有單孔橡皮塞；鐵環台及夾；水槽；試管；玻璃管；本生燈；翼形帽。

物料：一氧化汞；木梗

緒引——金屬燃燒時，取自空氣中之物質，探得其本性者為拉瓦錫氏。拉氏將汞(水銀)加熱數日，保持其溫度在汞沸點下少些，結果得少量之紅色粉末。彼復置此粉末於玻璃管內，加熱至高出汞之沸點以上。按此項實驗普里斯得利氏實先拉氏為之，特普氏未能明瞭其所得結果之重要所在耳。

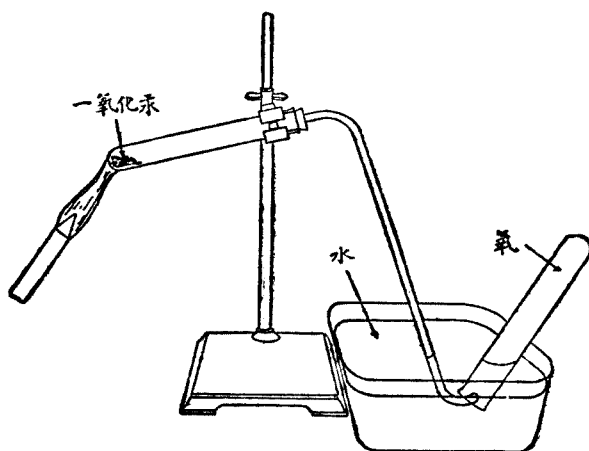
在今此之實驗，吾人試取此同一之紅色粉末少許，加熱之，而察其所生氣體之性質。

指導——a. 取紅色粉末(一氧化汞)約二三克，置一清淨之燃燒管(硬玻璃試管)之底部。置入之法，可取一對摺之狹長紙條，



第 20 圖 將粉末伸入試管

置粉於其一端，而徐徐伸入管內如第 20 圖。然後將管傾斜，而輕彈紙條，粉末即跌落管底，全不沾附管邊。



第 21 圖 一氧化汞之分解

於是以單孔橡皮塞塞燃燒管上，塞內貫一導管，裝置如第 21 圖。取另一試管滿盛冷水，倒立套於浸在水槽內之導管口上。

b. 以手持燈，令火焰於燃燒管下周轉動盪，使管溫熱至為徐緩。不久當見有氣泡起自導管之口。

起氣泡之原因為何？

集得半試管之氣體，即取去試管，掉頭正立，而伸入燒紅（無焰）之木梗，以試之。其氣體是否為空氣？

[注意] 常燃燒管聯有導管而導管一端隨壺浸在水內時，切勿使燃燒管冷卻。試述其將起何變故？

c. 將燃燒管繼續加熱，至粉末盡行分解。集第二試管之氣體，而以燒着木梗試之。此氣體當為氧。燒着之木梗在此二試管內之性狀有何差別？

d. 用木梗將遺留於燃燒管邊之物質刮下。此物為何？紅色粉末分解成何二種物質？

隨意實驗——置約 1 呎之二氧化鉛於燃燒管，將管直立夾持於夾壺上。以木生燈焰先行微熱，繼強熱之。伸入燃着之木梗，以試其有無氧。撤去燈焰後，再驗管內之餘滓。此新物質為密陀僧。

實 驗 5.

氧—製法及性質

器具：試管及單孔木塞；鐵環台及夾；木生燈；廣口瓶四個；玻片蓋四方塊；水槽；燃燒匙；玻璃管。

物料：氯酸鉀；二氧化錳；木片；炭片；銅絲（15 種 # 18）；硫黃；紅磷；石棉紙。

緒引——欲產生稍多量之氧，則如實驗 4 中用一氧化汞，所費殊屬不貲。故今此之實驗，當用氯酸鉀，乃一含有多量氧之物

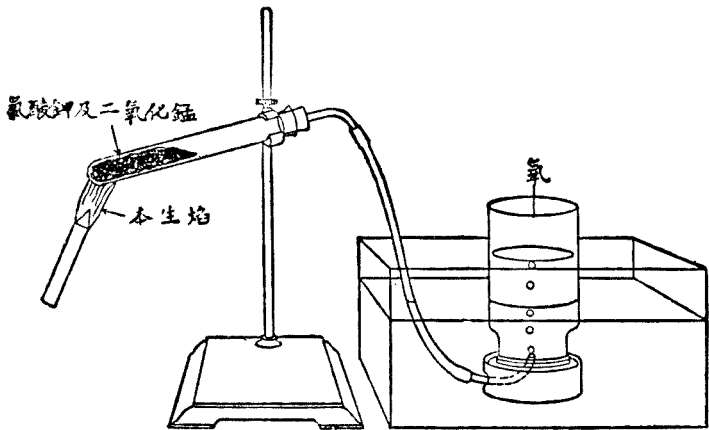
質也。同時須加一種黑色之粉，即二氧化錳。二氧化錳一物，在實驗完成時，依然留存管內，不起變化。然具有能令氯酸鉀於較低之溫度時放出氧氣之奇特性質，且其發生之情狀亦較平和而勻齊。此種凡能變更化學反應之速度，而自身終後不起變化之物質，謂之觸媒，亦有稱爲接觸劑者。

製取——取氯酸鉀 10 克與約及其量三分之一之二氧化錳於紙上混和之。將混合物伸置試管內，橫平夾住。輕彈試管，使混合物平瀉於管之下半部，而令混合物上面之空間通達管端。裝上帶有導管之木塞，如第 22 圖所示。水槽內盛水，以足能淹沒座瓶之集氣盤爲度。將四玻璃瓶，盡滿盛清水，用玻片蓋好，而倒立水槽內。

以本生燈小燈焰加熱試管，時將燈焰搖動，如見氣體發生過速，則撤去燈焰。如是緩緩加熱。最初通出之氣體是否爲純粹之氧氣？至此逐瓶集取氧氣，每滿一瓶即蓋以玻片，而將瓶口向上置諸桌上。迨第四瓶集滿，將導管取出水面，而令試管冷卻。試管內餘剩之殘滓，用溫水甚易洗出。

性質——a. 以一瓶之氣，確定色，臭，溶解度等之性質，然後伸入燒紅之木片。（由氯酸鉀製得之氧，因有雜質，有時呈淡薄之雲霧。）其溶解度可由集氣之方法而推度之。

b. 炭。以銅絲之一端，纏繫炭一薄片。燒至亮紅，而立即



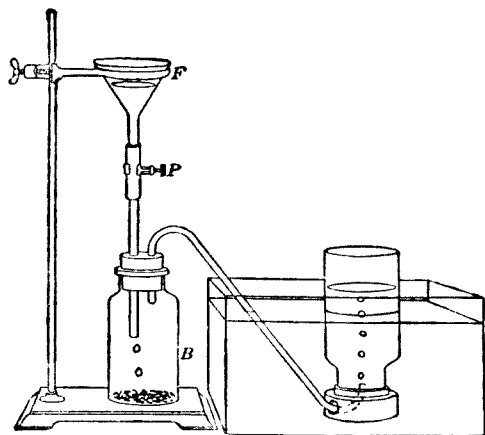
第 22 圖 氯酸鉀之分解

伸入另一瓶之氧中。試比較炭於氧及空氣中之燃燒。所生之氣體，大概含有何物？

c. 硫黃 於燃燒匙內襯以石棉紙，而置入約 0.5 克之硫黃。先於本生燈上燃點硫黃。察其火焰，少時，將匙伸入一氧氣瓶中，瓶口設法蓋住。試比較硫燃於氧及燃於空氣中之火焰。其後是否未及燒盡，即行熄滅？果若是，則屬何故？精慎嗅瓶中所留存之物。宜為何物？

d. 燐。將燃燒匙擦淨，而再襯墊石棉紙。置入紅燐少許

(如綠豆大小), 燃點後伸入另一瓶氧中. 如何比較其燃燒. 其產物是否為一種氣體, 抑係微細之固體粒子?



第 23 圖 自過氧化鈉及水製取氧氣

[注意] 燃燒匙擱置之前, 應先燒紅二分鐘, 以燃去所有之機使匙潔淨。

結果——記錄本實驗內所察得關於氧之性質及其最明顯之特性。

隨意實驗——自過氧化鈉(一種白色固體, 含氧 41%) 製取氧氣. 簡便之法, 祇須將水滴於過氧化鈉上, 裝置如第 23 圖. 置約 5 克之過氧化鈉於 B 瓶之底, 漏斗 F 內半盛溫水. 隨時略啓彈簧夾 P, 使水滴於過氧化鈉上. 漏斗內須常有水少許. 如前法集取氧氣.

實驗 6.

氯酸鉀內氧之百分率

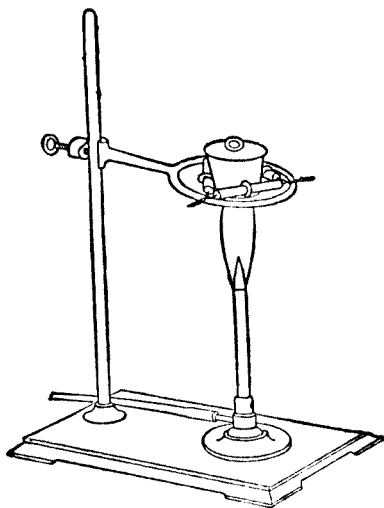
器具： 瓷坩堝及蓋；鐵環台；角盤天平；法碼一組；瓦管三角；鐵鉗；本生燈。

物料： 乾燥氯酸鉀。

導引——氯酸鉀既屬一種化合物，則測定其中氧之百分率殊有意義。凡化合物均有一定之百分組成。此後當見如何測定氯酸鉀中氯及鉀之百分率。此一工作乃定量之實驗，故此時應溫習關於稱衡，計數法碼及天平之用法等特殊指導。

指導——取瓷坩堝洗淨烘乾。稱衡此空坩堝及蓋至 0.01 克。將乾燥之氯酸鉀粉末約 2 克置坩堝中，而再如前稱衡之。

以蓋好之坩堝，置鐵環台之瓦管三角上，高低適度（第 24 圖）。先用本生燈之小焰（約高 5 厘），極平和加熱之。用鉗時時掀起坩堝蓋，而同時調節燈焰，使熔融之氯酸鉀，緩緩發出氧



第 24 圖 於坩堝中加熱氯酸鉀

氣。遇有濺沾蓋上時，應即撤去燈焰，而以坩蓋移置清淨之光紙上。用鐵針或鐵籤將蓋上之固體小粒撥下，而妥慎還入坩堝中。繼續加熱至湍泡滯緩，於是強熱 10 分鐘。再降低燈焰，俾坩堝漸漸冷卻，然後撤去之。冷後，稱衡之，至最近之遞 (0.01 克) 數。

再燒至極熱，約經 5 分鐘，冷卻而如前稱衡之。如在第二次加熱後，重量並無變更，則可認為其中之氧已完全排出。如重量減少，則應再熱 5 分鐘，直至兩接連之重量相同為止。此法稱為加熱至定重量法。

全體所失去之重量，等於氧之重量。坩堝內之餘滓，稱為氯化鉀。

氯酸鉀內氧之百分率可計算如下：

$$\frac{x}{100} = \frac{\text{氧之重量}}{\text{氯酸鉀之重量}}$$

於鈔簿上作全部之核算。表列如下：

坩堝 + 氯酸鉀之重量	.....	克
空坩堝之重量	.....	克
氯酸鉀之重量	.....	克
第一次加熱後之重量	.....	克
最後一次加熱後之重量	.....	克
氧之重量	.....	克

求全級作此實驗所得百分率之平均數。於此證明化學上之何一定律？

隨意實驗——氯酸鈉中氧之百分率，可以同法得之。

實 驗 7.

水 爲 鈉 所 分 解

器具：刀；蒸發皿；鉗；鐵環台及夾；水槽；大試管；玻璃片；攪棒。

物料：鈉；石蕊試紙條，紅色及藍色；鉛箔。

[注意] 鈉與水之反應至爲猛烈。勿以濕手取鈉。切遵指導！

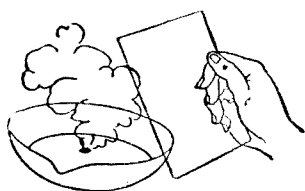
緒引——水乃一切化合物中最常見者。吾人已知[§ 11]¹水可爲電流所分解，成爲兩種全異之物質——氧及氫。藉鈉及鉀等數種活潑之金屬，雖於常溫時，亦可自水中取得氫。惟務必謹慎遵依指導，以此等金屬與水反應至爲猛烈也。在實驗室內則可用價值遠廉而較不活潑之金屬，即如鋅是；然鋅對於水之作用過緩，故每加以酸，如稀硫酸，或稀鹽酸等（參見實驗 8）。金屬之具有自酸溶液中驅出氫而取代入於溶液中之能力，爲數甚多。輒近電能之成本日低，工業上所用之氫，已大部均由水之電解以製取之矣。

¹ 方括弧內之數字，係指孫譯實用化學（改訂本）上之節數。此書亦由商務出版。

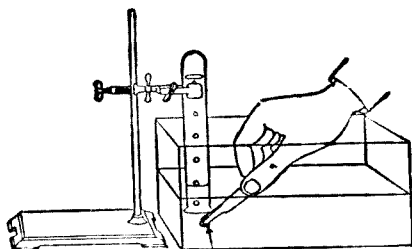
指導——a. 鈉之新切面，其外表若何？鈉質硬抑軟？重抑輕。

b. 於蒸發皿中半盛以水，而置一濾紙於其上。於是用鑷夾取鈉一小塊（大小如火柴頭），跌落濾紙上。為防護作用水液濺射目中起見，用一玻片遮隔（第 25 圖）。觀察其結果。

濾紙足以穩持鈉之位置，以免其在水面周轉旋轉。



第 25 圖 鈉對於水之猛烈作用



鈉裹於鉛箔中

第 26 圖 集取自鈉與水作用所放出之氣體

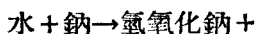
c. 迨作用停止後，以手指蘸水溶液而捏擦之。結果如何？以攪棒蘸此水溶液一滴，試其對於紅色及藍色石蕊試紙之作用。結果如何？

d. 將一塊清淨新割取之鈉（直徑約 3 耗）裹於乾燥之鉛箔（茶鉛，一種鋅鉛齊， $Pb\ 97-99\%$ ， $Zn\ 1-3\%$ ）內。以刀口於鉛箔上鑽鑿數個小孔。用鑷將鉛箔卷夾住，急速伸入湊於盛滿水之倒立大試管之口下（第 26 圖）。此時所生氣泡，如不足充滿全管，則可再用一塊裹以鉛箔之鈉。如鈉塊自鉛卷中脫出，則離立稍遠。

管中裝滿氣體後，使其口向下，移臨燈焰以燃點氣體。結果？此氣體爲氫，黃色之火焰由於鈉。使鈉果爲一種元素，則此氣體何自而來？

試將 (b) 中所用之器具作一註解圖

完成下列之文字方程式：



隨堂實驗——以一試管，盛水四分之一，而置之試管架上。另用鑷取鈣一塊（大小如綠豆），置入盛有水之試管中。實驗人之面部須遠離管口。察其作用。以點着之火柴，持臨試管之口。結果？

鈣亦爲能自水中釋出氫之金屬。其反應不若鈉於水之猛烈。故殊爲妥善且實驗手續上亦較鈉爲佳。鈣不必裹以鉛箔，可以手取，與其他普通之金屬同。

[註] 金屬鈣之切成小塊，可以虎頭鉗夾住，而以錘及鑿，鑿碎之。

實 驗 8.

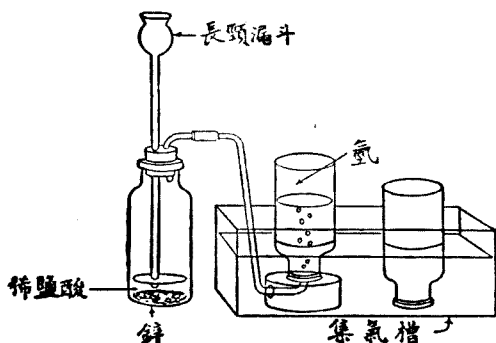
氫——製法及性質

器具：廣口瓶配有雙孔塞；長頸漏斗；水槽；玻璃管；三個廣口瓶及玻璃方片；本生燈；試驗管。

物料：鋅；稀硫酸；硫酸銅溶液；蠟燭。

製法——簡便之製氫法，即以鋅作用於稀硫酸是也。置約 20 克之鋅於瓶中；瓶上裝以雙孔橡皮塞，塞內貫一長頸漏斗及一導管。各器裝成於水面上集取氣體（第 27 圖）。

將塞旋轉塞緊，使勿洩氣，自長頸漏斗中注入足量之稀硫酸以淹蓋鋅粒以爲度。長頸漏斗管務必浸在酸內。設氣體之放出，



第 27 圖 由鋅作用於稀酸以發生氫

不甚流暢，可自長頸漏斗注加數滴硫酸銅溶液。

最初通出之氣體，顯係氫與空氣之混合物。氫與空氣之閉止混合物，燃點時能起極猛烈之爆炸。欲測氫中是否無空氣，可集一試管之氣體，而以其口向下移臨小燈焰，而燃其氣體。如是繼續集取而試驗，至所得之一部分氣體，點火時惟作平靜之燃燒而不生尖音之爆炸爲止。於是集取三瓶，各蓋以玻片，以其口向下而放置桌上。

性質——a. 將一瓶之氫，去蓋（口向上）放置一分鐘。於是燃點之燭火臨瓶口。此事對於氫與空氣之密度比較有何顯示？

b. 點一短燭，而舉高第二氫瓶（口向下）。以燃點之燭火伸入瓶中，幾達瓶底，然後徐徐取出。此時燭焰當如何？瓶口處有何現象發生？試解釋之。

c. 以一氫瓶，口向下，置一口向上之空氣瓶上。令二瓶依此口對口之位置，放置 3 分鐘。先以下方之瓶繼以上方之瓶，急速移臨燈焰。此一實驗，證明氣體彌散上之何點？

綜貳氫之性質，而與氧之性質作比較。

隨意實驗——將燒瓶內所餘剩之液體濾過(瓶內液體中之黑粒為原存於鉗中之雜質，大致為碳)，置液體於瓷蒸發皿內，而於石棉上蒸發至其體積約及半量。冷卻，放置，以俟其起結晶。結晶體稱為硫酸鋅，含有鋅，硫及氧。設硫酸確含有氫硫及氧，則上實驗氣體發生瓶內所起之化學變化，應如何記述之？

欲明燃燒乃一交互之作用，可令空氣燃燒於氫之氣圍中如下：取一燈罩，其底上配以木塞。塞內貫二玻管，一為直管(長 10 吋，直徑 1 吋)，一較小，彎成直角，而與發生氫氣(或燃煤氣)之管相聯接。燈罩頂上置石棉板一塊，中央有一孔(直徑 1.5 吋)。先以另一塊石棉蓋孔上，而旋開氣路。數分鐘之後，罩內即充滿氣體。以燃點之燭火，臨於自直管放出之氣體，而取去頂上孔口之蓋。火焰當即翻升管上；空氣隨入而繼續燃於氣體內。其過多之氣體或於頂上孔口燃着。如是罩內空氣燃於氣體中，而罩頂則氣體燃於空氣中¹。

實 驗 9.

氧化物藉氫之還元作用

器具：廣口瓶配有雙孔塞；長頸漏斗；乾燥管及塞；鐵環台及夾；木生燈；試管；玻璃管。

物料：氧化銅(絲形)；鋅；稀硫酸；脫脂棉；熔融氯化鈣。

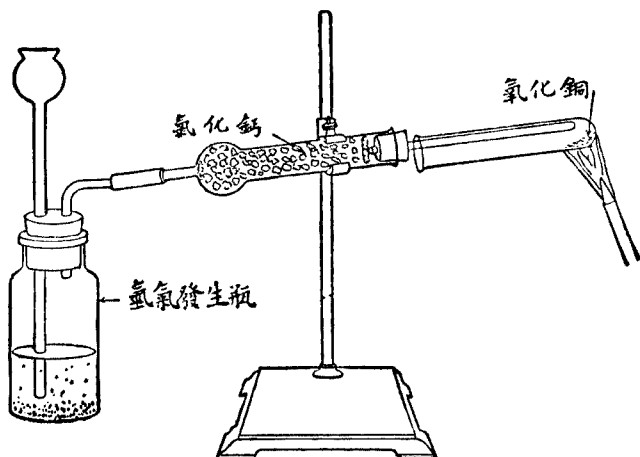
緒引——前已見(實驗 1)光亮之金屬銅，於空氣中加熱後，即轉成黑色之氧化銅。本實驗則作反此氧化之作用，即令氧化

1. 此實驗根據 Newth's *Chemical Lecture Experiments*, p. 167.

銅回復成金屬銅；是之謂還元。

此時當用乾燥之氫（即不含水蒸氣者），將自發生器內放出之氫氣通過充貯粒狀氯化鈣之管，即得。此項乾燥劑可用棉團塞於管之兩端，以防其跌落。

指導——a. 取約 0.5 克之黑色氧化銅，置乾燥試管之底，將試管成稍稍傾斜之位置，口向下（第 28 圖）。乾燥管之塞中，插入一直長之玻管，而令此玻管伸入試管至管端幾觸及氧化銅為度



第 28 圖 用乾燥氫還元氧化銅

b. 今依實驗 8 發生氫氣，俟其逾三分鐘，俾所有空氣均為氫所取代。

[注意] 在空氣未盡驅除以前，切勿以燈火接近裝置。

妥慎加熱氧化銅，使成紅熱，應注意使燈焰遠離管口。

c 試察氧化銅有無變化。有何物集結於管之冷部？此實驗內何物被還元，而何物被氧化？

氫何以須加乾燥？

隨意實驗——用三氧化二鐵代氧化銅，以作此實驗。

實 驗 10.

水 之 電 解

器具：電槽缸（4"×5"）；電解器（第 29 圖）；蓄電池（3 瓶式）或 4 乾電瓶（新）或一 100 瓦之燈及燈套聯以 110 伏之直流電。

物料：硫酸水溶液（酸 1 體積比水 20 體積）；木片。

緒引——此項實驗雖常於教室內爲之，然初學者設令自作實驗，則始可得深切之體念，而有堅確之印象。實驗之目的，不僅表示水爲氫與氧之化合物，抑亦足以測定各氣體之比量。純水爲極不良之導電體，應加極少量之硫酸，以增強其導電性。然苟於此器使用後，一測水中所存之酸量，常見硫酸之量初無變化也。

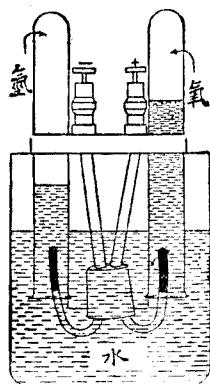
指導——a. 將電解器夾住於小電槽缸之側旁，如第 29 圖所示。缸內盛水約及三分之二，水內含微量之硫酸，體積上約爲 1 分酸比 20 分水。

[注意] 無論何時均應將酸傾入水中，——切勿反之。

兩試管內盛滿稀硫酸，各以食指按住管口，而倒置缸內水中。

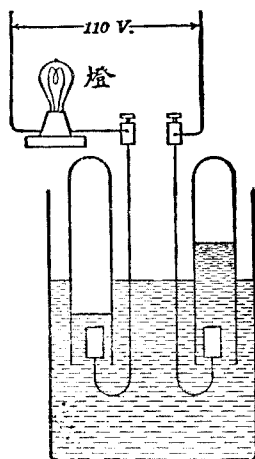
將管徐徐移入夾中，並向下捺降，使電極完全伸入管內。將手洗淨，以除去遺留之酸漬。

b. 將電解器上之兩連繫之電極，與電池或與串聯一 100 瓦特燈之 110 伏直流電道相連結，如第 30 圖所示。注意陽極(+)及陰極(-)。就本實驗內，當假定電係在 + 電極(陽極)進入溶液，而於 - 電極(陰極)出離溶液者。



第 29 圖 水為電流所分解

c. 當指導者查視各人之裝置後，隨即將電流開通。在若干時內，陽極處所放出氣體之體積，比之陰



第 30 圖 順結裝燈之圖解

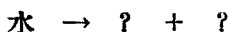
極處所放出之體積為若何？

當一管內之水全被氣體所取代後，即自電槽缸將此管取出。令管口向下，持臨燈焰。其氣體為何物？

當他一管充滿氣體後，用拇指按住管口，而自缸內取出。將管倒轉，而以燒紅之木片伸入。其氣體為何物？陰極上集得何種氣體？陽極上集得何種氣體？

假定至實驗終末，電槽缸內硫酸之量，與實驗開始時無異。

此等氣體何由而來？試將下列文字方程式作全之：



隨意實驗——設有一管刻度至耗，並有一低度安培計，則可將此安培計加以分度。假定氫一坩重 0.09 克，而氫之電化學當量為 0.0376 每安時克。今用一止停錶以計由約 0.25 安培之電流，集取 40 耗之氫所需之時間。試推算電流安培數，並將其結果與安培計上之平均讀數相比較。

實 驗 11.

水 之 蒸 餾

器具： 燒瓶及一單孔塞；鐵環夾台；銅絲網襯有石棉心；木生燈；廣口瓶；試管；玻璃管。

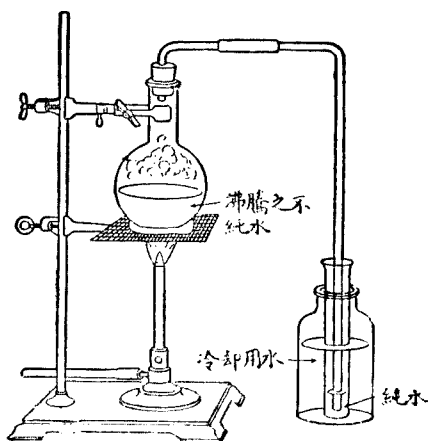
物料： 食鹽（氯化鈉）；高錳酸鉀（或磷酸銅）；氨水（濃）；石蕊紙（紅）；大理石碎片或玻璃珠。

緒引——天然水從無絕對純粹者。欲使其適合於作飲料及工業用，當有賴於濾過，煮沸，或加入氯等數種化學藥品以處理之。然在實驗室內，則尤絕對有將水蒸餾之必要。此法即將水蒸發，而冷凝其蒸汽。設器具清淨，又設其雜質之沸點均高於水，則其蒸餾物當屬純粹。下列實驗可作此法之例。

指導——a. 將食鹽一匙溶入 50 耗之水中。置此溶液於燒瓶內，此瓶裝置如第 31 圖。瓶內置大理石碎片數枚，可免激沸。自燒瓶內沸水所生之水氣，導入試管內，試管浸於另一瓶之冷水內，以保持冷卻，如是即可令水氣冷凝。蒸餾出 5 耗後，緩和

煮沸之。試嘗蒸餾水之味。是否無鹽？解釋之？

用 50 耗之水，以高錳酸鉀（或硫酸銅）之結晶一顆，令水着色，而重作上實驗。蒸餾物是否無色？勿嘗其味！

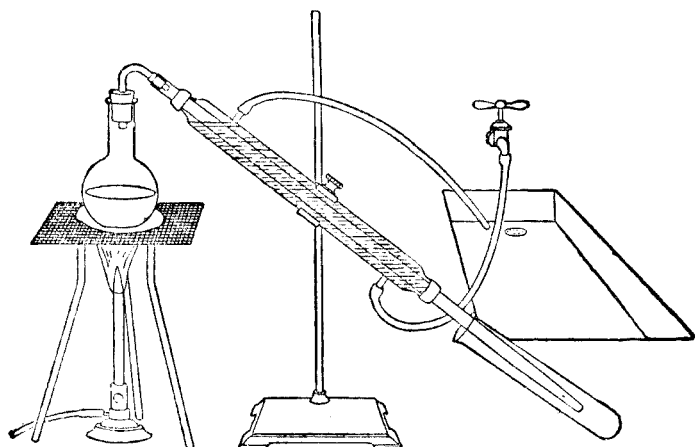


第 31 圖 蒸餾水之簡單裝置

b 加數滴之濃氨（一種氣體 溶液於 50 耗水中 聞液體之臭，而蘸一滴注於紅色石蕊紙上。結果如何？

將稀氨水依鹽水同法蒸餾之。蒸餾液之臭若何？以石蕊紙檢驗之。是否無氨存在？解釋之。

隨意實驗——取李比希冷凝器裝置如第 32 圖。用尋常之水 100 耗，加入濃氫氧化銨液一滴。另取六個清潔試管，各注酚酞溶液（乃一種試劑遇氨即轉粉紅色）一滴，而集取蒸餾水於此等試管內。當每一試管集得 15 耗之液體後，即易以他管。氨與水汽同逸出否？蒸餾液之第一部所含之氨，較其後各部為多，抑為少？



第 32 圖 用李比希冷凝器蒸餾水

實 驗 12.

二氧化碳——製法及性質

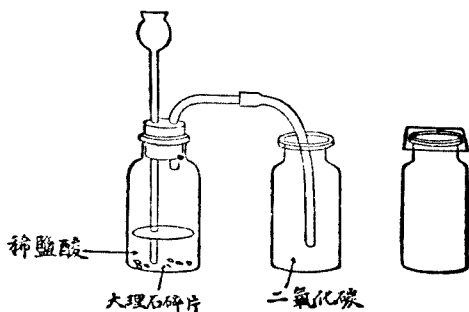
器具： 廣口瓶備有雙孔塞；長頸漏斗；3 廣口瓶及玻璃片；玻管及橡皮管。

物料： 大理石碎片；稀鹽酸；石蕊紙（藍色）；小燭數支；石灰水；木片。

緒引——二氧化碳乃大氣中常見諸氣體之一。數種天然礦泉內亦見之。此氣體於吾人殆莫不習知之，如汽水（荷蘭水）等開瓶後所起之泡沫，即成於此氣者也。以其為不可燃性，故亦為滅火藥水之一普通成分。凡含有碳之燃料，若煤，炭，油，柴等，燃燒時其產物之一即為二氧化碳。吾人自身亦一呼出二氧化碳之爐灶，於本實驗內可以明之。

製法——用與發生氫氣相同之器具，裝配如第 33 圖，由取代

空氣以集取三瓶之氣體。先於瓶內輕輕放入(切勿投入)充分

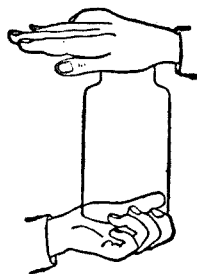


第 33 圖 二氧化碳之發生及取代空氣

量之大理石碎片,使鋪設瓶底為度,由長頸漏斗加入稀鹽酸,至有氣體激疾發生而止。驗瓶內盛已滿與否,可取燃着之木片持臨瓶口;該氣體足令火焰熄滅。各瓶集取後,均覆以玻片。再令氣體通過試管內少量之水。嘗此液體之味,並以石蕊紙驗之。

性質——a. 取燭燃點,而自一瓶內傾二氧化碳於其上如傾水然。此氣體能助燃否?此氣較空氣重抑輕?

b. 注約 10 毫之水於一瓶氣體中,立即以手掌緊密覆蓋(第 34 圖),而猛搖之。此時手心是否被吸入?即因大氣壓力而被抵住瓶口。此氣是否可溶?



第 34 圖

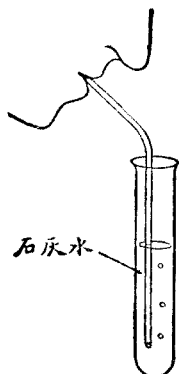
二氧化碳和水共搖

c. 於另一瓶之二氧化碳內,注入約

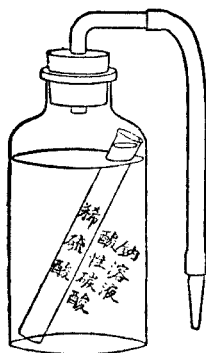
半試管之清澄石灰水，將瓶搖之。所生乳濁，即由於濺出碳酸鈣也。此可作二氧化碳之一良好檢驗。

d. 取松柴薄片燃於一空氣瓶內。加入少許石灰水而搖之。木柴燃燒時生成何種氣體？

經玻璃管吹氣入半盛石灰水（第 35 圖）之試管內。自肺部呼出之氣中，含有何種氣體？



第 35 圖 吹氣入石灰水



第 36 圖 化學滅火器之羅型

結果——試就觀察所得關於二氧化碳之性質，列成一表。

隨意實驗——今日一種之滅火器，其構造及作為，由第 36 圖之器具可以明之。瓶內貯酸性碳酸鈉（小蘇打）之飽和溶液幾滿。其中小試管內，則貯極稀之硫酸（約 1 比 10）。

欲明其作為，可於鐵盤內焚燒少許紙及木片，於是緊握玻璃瓶，將塞緊按而倒置之，噴臨火上。試解釋其作為。

實驗 13.

一氧化碳——製法及性質

器具：鐵環台，裝有一個環及夾；銅絲網襯有石棉心；本生燈；小燒瓶，備有雙孔塞，配以導管及滴液漏斗；集氣水槽；3 廣口瓶及玻片。

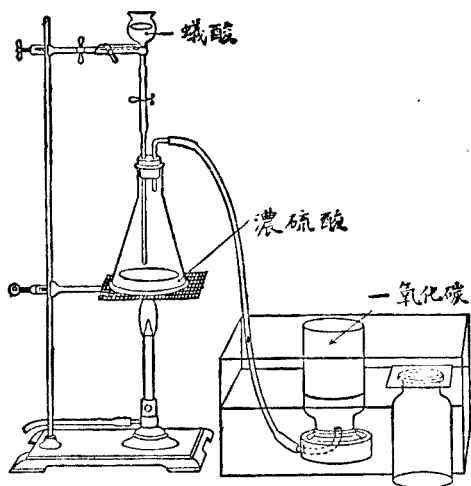
物料：濃硫酸；蟻酸；燭；石灰水。

緒引——凡含碳之物質燃於氧氣供給有限之處，即產生另一種碳之氧化物，稱爲一氧化碳。此氣體之性質，當見其與前者迥異。其最重要之一點應加切記者，即一氧化碳乃一種毒氣體。各種煤氣引擎之排出氣均含有若干一氧化碳。於關閉之小車房內修理汽車之工人，往往以中毒聞。然此氣却又爲普通燃煤氣之一大成分，因此煤氣管，務使其無洩漏，而未燃點前尤不可任其自管口洩放。冬季燃煤取暖不得其法而亦時有中毒之事，一部分亦以一氧化碳之故。

[注意] 一氧化碳有毒，切勿吸入。

製法——於小燒瓶上配一雙孔塞，塞內插一導管及一直長玻管，玻管上用短橡皮管與一漏斗相連接，橡皮管中間附有簧夾，如第 37 圖。將瓶裝設於鐵環台上，瓶下墊以石棉銅絲網，其高低以適足令小燈焰極和緩加熱燒瓶爲度。佈置導管，使於水面集取氣體。取去瓶塞，注入 15 耗之濃硫酸。再塞好，於漏斗內半貯蟻酸。實驗時，勿令其全部流下。

令蟻酸流下數滴於瓶中而極和緩溫熱之。調整簧夾，俾蟻酸得每隔少時流下一滴，因而自瓶內得有平穩接續之氣體流放出。集取三滿瓶之氣體，而閉止簧夾，使氣體停止發生。



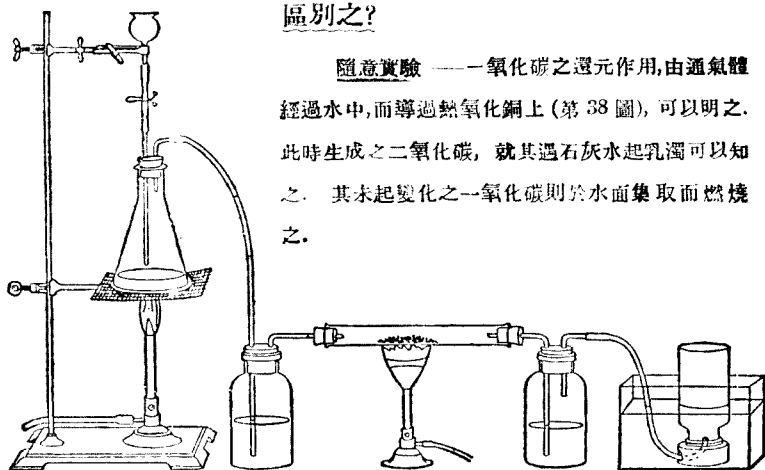
第 37 圖 由蟻酸滴入溫熱之濃硫酸內而發生一氧化碳

性質——a. 勿用第一瓶。何故不用？點一短燭，而將一瓶口向下提起，以燃着之燭伸入瓶內。氣體燃燒否？燭於氣體中仍燃着否？

b. 取另一瓶氣體，將玻片蓋稍稍移開，傾入 5 耗之石灰水；於是立即重行蓋好，緊按瓶蓋，而搖盪之。視石灰水有何變化。次點一燭，移去玻片而速燃其氣。再立蓋好，當其火焰熄滅後，復搖盪之。一氧化碳燃燒後生成何種氣體？

c. 綜駭一氧化碳之性質，燃燒一氧化碳及燃燒氫將如何區別之？

隨意實驗 —— 一氧化碳之還元作用，由通氣體經過水中，而導過熱氧化銅上（第 38 圖），可以明之。此時生成之二氧化碳，就其遇石灰水起乳濁可以知之。其未起變化之一氧化碳則於水面集取而燃燒之。

第 38 圖 以一氧化碳還元氧化銅

實 驗 14.

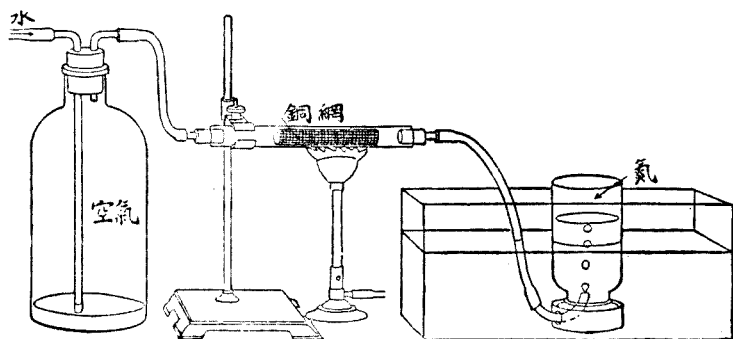
大 氣 之 成 分

器具：容 2 呎之瓶一只，備一雙孔塞；硬玻璃管（20 吋）備有二個單孔塞；本生燈；3 廣口瓶；集氣水槽；鐵環台及夾；玻璃管。

物料：銅網或銅屑。

緒引——大氣之成分，約五分之四為氮，約五分之一為氧，此外含有略少於百分之一之氫，並不定量之二氧化碳，水氣，及微量之稀有氣體。空氣既為由如許氣體所組成之混合物，則取大氣氮一種作較詳細之研究，自有相當之價值也

大氣氮之製取——空氣中之氧易與熱銅相化合，而氮則不然，故自空氣中取氮殊不難也。裝置器具如第 39 圖。硬玻璃管內安置銅網或清淨之銅屑。自水管注水入瓶使得空氣流。



第 39 圖 將空氣通過熱銅上

將銅加熱，先以燈焰沿管移動緩熱之，繼再強熱。勿燃及兩端之塞。妥慎旋開水頭，使自瓶內驅出空氣，至為和緩，而通過熱銅上。集取氣體三瓶。

性質——a. 以燃燭臨於一瓶集得之氣體。生何現象？去瓶蓋放置 3 分鐘，再驗之。此時燭火能否燃着於瓶內氣體中，結論為何？

b. 加少許澄清之石灰水於另一瓶中，而搖盪之。石灰水起乳濁否？

c. 試驗燃着之硫，於氮中是否仍繼續燃燒。

d. 就觀察所得關於氮之性質，列成一表。

銅冷却後,其上面所現之黑色物質爲何?

空氣中何種成分爲銅所取去?

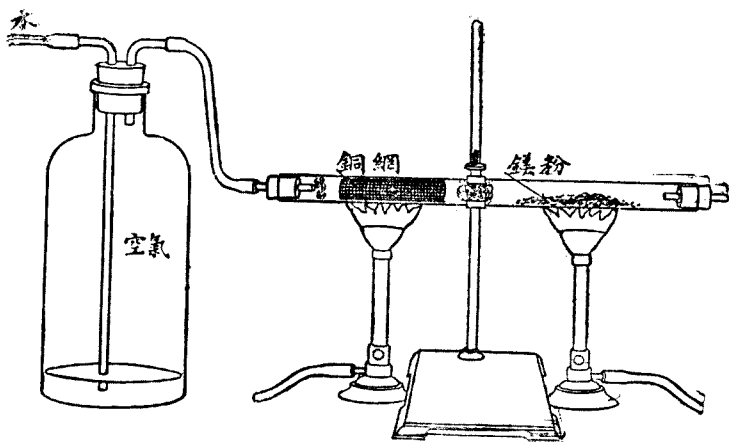
氮與二氧化碳如何區別之?

何以須令空氣緩緩通過銅上?

如此製取之氮中合有何種雜質? [§ 84]

空氣中之存有水分,如何證明之?如何除去之?

隨意實驗——自空氣中取除氧氣之簡便方法如次: 取一廣口瓶, 將其內面全部潤濕, 散播細鐵屑 (須無油分) 少許於潮濕之表面上。將瓶橫持旋轉, 鐵屑即播及瓶壁, 而多被黏附。然後將瓶口向下, 放入盛有水 2 尺深之槽中。經三四日之後, 量計瓶內餘留氣體之量, 並驗其性質。



第 40 圖 將空氣通過銅及鎂上

於較長之硬玻璃管 (30 厘米長) 內, 用銅及鎂, 可使空氣中之氧及氮並被吸收。於管之中央置一撕碎之石棉鬆團, 其左方置銅網, 其右方置鎂粉, 同時加熱二種金屬, 如第 40 圖, 於是令平穩之空氣流自左而右, 極緩通過管中。繼續至兩種金屬均顯示起有變化, 將管擊斷, 驗其產物而舉其名。置鎂之產物於水中。注意有何臭氣。

實驗 15.

空氣內氧之百分率——體積

器具：集氣水槽 鐵環台及夾；100 耗刻度圓筒；溫度計；氣壓計。

物料：白磷；銅絲（30 厘 #18）。

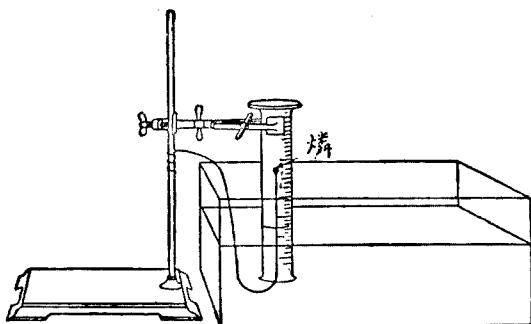
緒引——測定空氣中氧之百分率，有一簡便之方法，即於一定體積之空氣內燃燒數種物質，然後量計其餘剩氣體之體積。此處以白磷為最合宜，以其生成一種可溶於水中之氧化物也。

[注意] 除在水中，切勿以手觸及白磷，務須特別謹慎。

指導——a. 將一 100 耗之刻度圓筒，倒立於集氣水槽內，使其口浸入水面之下，如是即得一定體積之空氣。將圓筒稍稍傾側，使筒內閉止之空氣，逸出一部分，於是以直立之位置，穩定夾住之，此時須令筒內外之水面相同。如是閉止筒內之空氣，其體積（約 100 耗）應加檢察而記錄之。並記錄氣壓及水之溫度，水放置久時，當類於室溫。

b. 次將尋常之白磷一小塊，扞於銅絲端上（於水下），而將此扞有磷塊之銅絲，挺入圓筒內之空氣中，放置一夜。設法將器具裝配成第 41 圖所示，使磷勿觸及筒壁，而直對筒頂（即筒底）聳立。

應用氣體定律，推算此中空氣在標準狀況下（0°C. 及 760 耗）應占之體積。



第 41 圖 用磷自空氣中燃去氧氣

c. 次日自筒中取出磷，而將筒放低，至筒內之水面與筒外相同而止。讀取筒內餘留氣體之體積而記錄之，並記水之溫度及氣壓。

d. 推算此餘留氣體在標準狀況下應占之體積。於是計算原先閉止空氣之原體積與餘留氣體之體積（均在標準狀況）兩者間之差。此即由磷取除之氧氣之體積也。

計算空氣內氧之百分率如下：

$$\frac{x}{100} = \frac{\text{氧之體積}}{\text{空氣之體積}}$$

e. 氧被吸除後所餘剩之氣體，察見其性質若何？該項氣體爲何幾種？

一切計算均草演於鈔簿上，並各就自己觀察所得及計算之結果表列如下：

所取空氣之體積 耗
 水之溫度，第一日 °C.

氣壓,第一日	耗
0°C. 及 760 耗時空氣之體積	耗
筒內餘留氣體之體積	耗
水之溫度,第二日	°C.
氣壓,第二日	耗
0°C. 及 760 耗時餘留氣體之體積	耗
被燐吸收之氧之體積	耗
空氣內氧氣之百分率 (體積計)	%

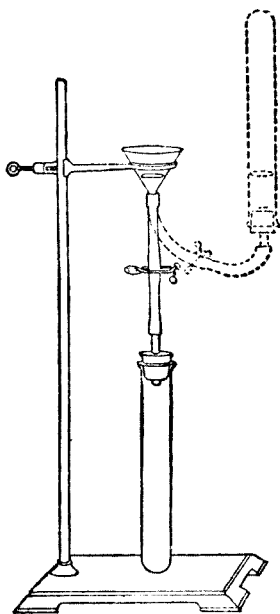
注意實驗——自空氣中吸取氧氣尚有一較迅捷之方法,即用焦性沒食子酸之鹼性溶液。然此法欲其結果完善,須有相當敏捷之手術。

裝置器具如第 42 圖。大試驗管先暫與塞子拆開。取焦性沒食子酸溶液 3 耗與氫氧化鈉溶液¹ 20 耗相混和,而傾入漏斗內,於是略開簧夾,令橡皮管及玻管下至管口均完全充滿溶液。再接上試管,以塞緊塞之,如是則所閉止空氣之體積,等於該試管之容積。

次開簧夾,因上方液體之壓力,當有微量之溶液被迫入試管中,其後氧被吸收,則又復進入若干。當液體停止流入後,關閉簧夾,而將試管翻旋數次,以吸取其餘留之氧。此時須注意,勿使試管受手之溫熱。

最後,當試管在倒立之位置時,再開簧夾,而將試管上下升降,俾管內與漏斗內之液面等平。於是閉簧夾,將試管回復原位,而橡皮圈標記塞底及液面之位置。

將各器洗淨,而用刻度圓筒量測試管內下一橡皮圈以下,及上一橡皮圈以下之體積。前



第 42 圖

焦性沒食子酸吸收空氣中之氧

¹ 用 5 克焦性沒食子酸於 15 耗水中之溶液及 120 克氫氧化鈉於 80 耗水中之溶液

者爲氧之體積，而後者爲空氣之體積。計算空氣內氧之百分率（體積），即空氣 100 耗內氧之耗數。

實 驗 16.

化合物之組成及式

器具： 瓷坩堝及蓋；瓦管三角；鐵環夾台附一環，又置一三腳架；木生燈；角盤天平及法碼。

物料： 鉛（細碎）；硫（粉狀）。

緒引——金屬鉛與硫共熱，其產物爲一種化合物即硫化鉛。設已知所產生硫化鉛之重量，即可推算與鉛相化合之鉛之重量。於是可由而推算硫化鉛之若干份（百分率）爲鉛，而若干份爲硫矣。最後就此測定之百分組成及原子量（自原子量表檢得），即可求得硫化鉛最簡單之式。

本實驗內所用硫之量當較與鉛化合成硫化鉛應需者爲多。多餘之硫有係經氣化，自坩堝內逸去，亦有燃成二氧化硫而自氣櫥之煙囪口逸出。此實驗之成就，全視稱衡時之精慎及遵依指導，堅忍而完密。

指導——a. 取一乾燥潔淨之無蓋坩堝稱之至最近之壚（0.01 克）。置約 3 克細碎之鉛（不必取此精確之數量）於坩堝內，而再妥慎稱之。置坩堝於瓦三角上，其高低以適能加熱爲度。取約 2 克之硫，置入坩堝內而攪拌之。於是加蓋於坩堝上，而以

本生燈溫和熱之(氣櫃),此時硫蒸氣即起燃燒.如是繼續加熱至無復硫蒸氣逸出;然後猛熱二分鐘.

令坩堝冷至室溫.迨其已冷卻(勿於未冷之前),去蓋而再稱該坩堝並內容物至最近之週.

推算——將所得之數量及結果表列如下:

坩堝及鉛之重量.....	克
空坩堝之重量.....	克
所取鉛之重量.....	克
坩堝及硫化鉛之重量.....	克
硫化鉛之重量.....	克
所用硫之重量.....	克

計算

硫之百分率.....

鉛之百分率.....

b. 求硫化鉛最簡單之式. 欲求此式,可以硫之原子量(見表)除其百分率(方測定者),又以鉛之原子量除其百分率. 由所得之商當可見每種原子之比數. 如:

百分率	原子量	原子比率
硫.....	÷	=
鉛.....	÷	=

硫化鉛最簡單之式當爲若何?

隨意實驗——此一實驗手續亦可用以測定硫化鎳之組成及式. 宜用粉狀(還元)鎳.

測定氧化錫之組成及式亦易爲之。先將約 2 克之錫箔(不含鉛者)於濃硝酸中。將溶液妥慎蒸乾,而後強熱此硝酸鹽,以驅去所有之棕色氣體(二氧化氮)及水。所得餘滓卽爲氧化錫。

實驗 17.

金屬之反應量或當量

求發生 1 克之氫所需鋅之重量

器具：錐形燒瓶配有單孔塞；集氣水槽；研瓶；玻璃蓋片；刻度圓筒；溫度計；氣壓計；秤盤天平及法碼。

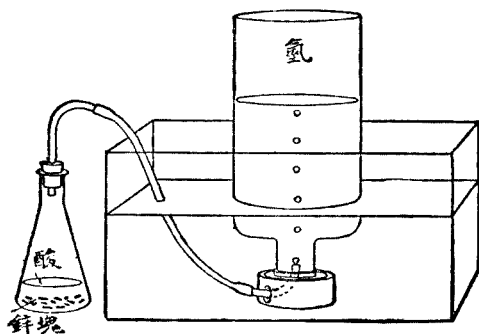
物料：濃鹽酸；純粹之鋅片；砂紙。

緒引——欲測定一金屬之反應量(有時稱爲當量),須(1)取已知量之金屬,(2)以此量之金屬取代一種酸中之氫,(3)量計所取代之氫之體積,(4)查知氫之密度(每升之克數),以計算此處所得氫之重量。

指導——a. 將器具裝配如第 43 圖,用一錐形燒瓶 瓶上配有緊密之單孔橡皮塞,孔中貫一出口管,導入集氣水槽。另取研瓶滿盛以水,倒立水槽內,水之溫度與室溫相仿。置濃鹽酸 0 克及水 20 克於燒瓶內。取極純粹之鋅片約 2 或 2.5 克,用砂紙慎密擦淨,拭去擦屑,而秤之至一厘(0.01 克)。

b. 將鋅投入酸中隨即急速加塞。集取全部發生之氣體。俟作用停止,將瓶於水槽內上下移動,俾瓶內瓶外之水面互相齊

平。移動時，應將瓶稍稍傾斜。就其傾斜時，以塞或玻片閉蓋，而取出直立於桌上。自刻度圓筒傾水瓶內以量計氣體之體積。



第 43 圖 由金屬取代酸中之氫以求其反應量

c. 記錄水之溫度及氣壓計壓力；於是應用氣體方程式 [p. 510]¹ 而推算在標準狀況 (0° C. 及 760 托) 下所發生之氫之體積。

d. 假定一坩之氫在標準狀況下之重量為 0.09 克，計算出因鋅而生之氫之重量。最後由所用鋅之重量及所生氫之重量以計算生一克之氫應需鋅之重量；是即：

$$\frac{x}{1} = \frac{\text{所用鋅之重量}}{\text{所生氫之重量}}$$

一切計算，均於鈔簿上為之，將所得數量及結果表列如下：

所取鋅之重量..... 克

¹ 此種 [] 內之頁數或節數，均指實用化學內之頁數或節數。

所得氫之體積.....	耗
水之溫度.....	°C.
氣壓計高度.....	耗
因水蒸氣而起之壓力.....	耗
氫之壓力,(校準).....	耗
0° C. 及 760 耗時氫之體積.....	耗
此項氫之重量.....	克
生一克之氫所需鋅之重量.....	克

隨意實驗——同法可以測定其他金屬之反應重量,如鉛(用約 0.7 克),鐵(用鋼琴絲,約 0.9 克),或鎂(約 0.9 克)等。鎂帶之寬狹,幾屬均等,故其重量可視為與其長度成比例。量取 5 米之清淨光亮之鎂帶,甚為便易,精慎秤之,再自此數量,以推算 1 極之重量。於是即可計得鎂之應需量。如手頭無坩瓶,可用一尋常 250 耗之廣口瓶內盛 0.18 克之鎂。又試用稀硫酸(以濃酸 10 耗加入水 30 耗中),而比較其結果,亦頗有意味。

如有一 100 耗之量管及電池,則此實驗可迅速完成如下:計算欲得鎂 0.08 克所需鎂帶之長度。將濃鹽酸 15 耗傾入量管內,於是滿盛以水,注意水與酸勿過度使之混和。將鎂帶捲成小卷,置入管中,立即以拇指掩按管口,倒轉浸入小電瓶之水內而去手指。當水流降時如有金屬黏着於管壁,應將管搖動以洗下之。迨其作用完全,將管上下使管內外之水面平齊,然後直接讀取氫之體積。

實 驗 18.

氫——製法及性質¹

器具: 燒瓶裝雙孔塞;鐵環台裝有大鐵環及夾;長頭漏斗;本生燈;盤或水

¹[註] 如實驗室內不備適當之氣櫃,則此實驗應由教師為之。

鍋；4 廣口瓶及玻片蓋；水槽；研鉢及杵；供全班用之氯氣發生器；玻管。

物料： 二氧化錳；濃鹽酸；錫粉；小燭。

緒引——水以外，殆以食鹽為最習見之化合物。今當可知此物係由金屬之鈉及氣體之氯所組成。氯在工業上由電解食鹽水製成；在實驗室內則以自濃鹽酸製取較為便利。用氧化劑處理鹽酸，酸中之氫即被氧化成水，而釋出氯。本實驗內當用二氧化錳 (MnO_2) 為氧化劑。其反應如下：

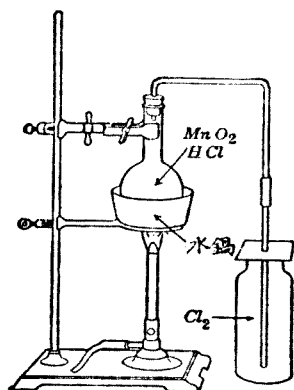


反應內錳與鹽酸中氫之半量相化合；其餘之氯則於溫熱混合物時成氣體放出。

[注意] 氯為有毒之氣體，慎防勿吸入多量。設為所苦，可吸入氨氣以救治之。本實驗應在氣柵內，或換氣通暢之處行之。

製法——將器械裝配如第 44 圖。於燒瓶內置粒狀二氧化錳約 10 克，而注入濃鹽酸約 25 毫。將燒瓶旋轉，俾所盛各物得通體混和。

將燒瓶下之水煮熱至沸騰。藉取代空氣法令所生之氣體裝滿四廣口瓶，取一白紙襯在瓶後，以視其盛滿與否。注意氣體之



第 44 圖 氯之製法

顏色。用玻片蓋分別蓋於玻璃瓶上，而放置一旁。

性質——a. 水中之溶解度。取去一瓶之蓋，而盛入冷水約及三分之一。按手掌於瓶口而猛烈搖盪之。繼倒持而沈入水槽內，然後釋去手掌。將氯之溶解度與二氧化碳之溶解度（實驗 12）比較之。

b. 與金屬作用。置銻一片於研鉢內研磨之，而將銻粉 (Sb) 少許撒入另一瓶之氯中。試述其產物 ($SbCl_3$) 之名，而列其方程式。燃燒是否常有需於氧？

c. 與氫之作用。導氫之噴口入一瓶之氯內。微微橫吹瓶口，而注意顏色之變化。試述其產物之名，並列燃燒時之方程式。

d. 與煙類之作用。取點著之燭火，用銅絲鉤沈入一瓶之氣體中。微微橫吹瓶口。試述此作用中二種產物之名。

e. 綜核就本實驗所察知之氯之各種性質。

隨意實驗——氯氣既係由鹽酸中之氫起氧化而製成，故可使用種種之氧化劑。置少許高錳酸鉀之結晶於燒杯內，而加入 2-3 耗之濃鹽酸。以玻片蓋於燒杯上。經數分鐘後，察此燒杯而鑑定其氣體。

更用氯酸鉀，重鉻酸鉀，及二氧化鉛作氧化劑，再作上項實驗。

實 驗 19.

鹽 酸

器具：鐵環台及夾；木生燈；石棉心網；長頸燒瓶，配有雙孔塞；長頸漏斗；廣口瓶及玻片蓋各數枚；玻璃管；硬紙卡；瓷皿；攪棒。

物料：氯化鈉(食鹽)；濃硫酸；石蕊試紙；濃氫氧化銨；木片；濾紙；鎂。

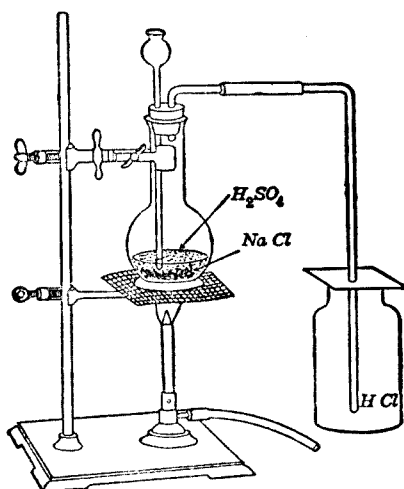
緒引——最重要之酸，當屬硫酸無疑。就本實驗當可見此酸加諸食鹽內起何變化。加熱時所生之氣體，是為氯化氫，具強烈之竄透性臭。故此實驗宜於換氣妥善之處(氣櫃)為之。氯化氫之水溶液稱為氫氯酸或鹽酸。

製法——將有塞之燒瓶，長頸漏斗，及導管等裝配如第 45 圖。以水 7 耗傾入燒瓶中，然後，徐徐傾入 20 耗之濃硫酸 (H_2SO_4)。

[注意] 務須以硫酸傾入水中。

將燒瓶持臨自來水下，以冷卻沖稀之酸。迨酸冷卻，然後置入食鹽 ($NaCl$) 約 15 克。再以裝有長頸漏斗及導管之塞塞上，而置燒瓶於石棉心網上。以夾夾住瓶頸，其高低以適足為木生燈加熱為度。長頸漏斗之管端，須直伸至幾達瓶底，俾管端可恆在液下。將導管通過硬紙卡中，而令其伸及乾燥清潔之瓶底。

以小火焰將瓶緩緩加熱。設取潮溼之藍色石蕊試紙持臨瓶口，當可從而探知瓶中氯化氫之已盛滿與否。如紙轉紅色，瓶中即已盛滿氣體 (HCl)，應立即易以他瓶。集取三瓶氣體，而蓋以



第 45 圖 製取氯化氫

玻片。於是取另一瓶先盛蒸餾水約及三分之一，而將導管之管端，適浸於水面之下。繼續加熱，而察水中導管端處所生之氣泡流。孰令致之？防止氯化氫氣逸入室內。

性質——a. 將一盛氣體之瓶，倒立水皿中，取去玻片，視其生何現象。

b. 以燃着之木片，試另一瓶之氣體。此氣體是否可燃？是否為一種助燃物？

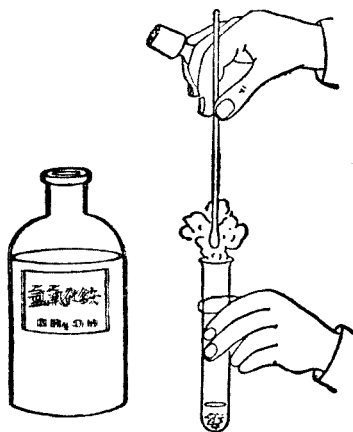
c. 將少許氫氧化銨傾注濾紙小團上，而投入第三瓶之氯化氫中。其結果若何？

d 鹽酸乃氯化氫之水溶液。試將攪棒蘸取一滴，而分別

滴於紅色及藍色之石蕊試紙。

將所製成之鹽酸少許注入試管內，而投入鎂帶一片。以火焰試其所放出之氣體。結果如何？試作此反應之方程式。

隨意實驗——於數試管中，分別置少量之下列各種氯化物：氯化鉀 (KCl)，氯化銨 (NH₄Cl)，氯化鈣 (CaCl₂) 及三氯化鐵 (FeCl₃)。均加以濃硫酸 (H₂SO₄) 數滴，而於必要時，微微溫熱，令起反應。管中各物起沸騰否？將所生之氣體，扇拂少許向鼻。其臭若何？吹氣橫過管口。此項氣體對於水蒸氣之性質若何？置潮濕之石蕊試紙，橫攔各試管之口。由此可知各該氣體之水溶液之何種性狀。將玻璃棒蘸氫氧化銨之溶液 (NH₄OH)；然後以此玻璃棒伸入試管口內(第 46 圖)。其產物為氯化銨 (NH₄Cl)。



第 46 圖

以氫氧化銨一滴檢驗氯化銨

實驗 20.

氯化物之檢驗

器具： 試驗管及試管架。

物料： 稀鹽酸；稀硝酸；硝酸銀 (5%)，氫氧化銨，磷酸鈉，草酸鉀各物之溶液。“未知”溶液。

指導——a. 取一試管，半盛稀鹽酸，加入硝酸銀溶液 (AgNO₃) 數滴。所析出之固體，即所謂沈澱，為氯化銀 (AgCl)。

記錄沈澱之顏色及外觀。將該試管標識後放置一旁，以供

他種實驗之用。

b. 同法加硝酸銀溶液數滴於磷酸鈉之溶液中。此時之洗澱爲磷酸銀。

記錄其顏色及外觀。 將該試管標識後放置一旁。

c. 於草酸鉀溶液內加入硝酸銀溶液數滴 其洗澱爲草酸銀。

記錄其顏色及外觀。 將該試管標識後放置一旁。

d. 試驗稀硝酸對此三種洗澱之效應。 氯化銀, 磷酸銀, 草酸銀三者如何以區別之?

e. 以硝酸銀溶液加於氯化鈉(食鹽)之溶液, 以另製成若干之氯化銀。試驗此洗澱是否可溶於氫氧化銨中。

f. 再製另一份之氯化銀, 而以試管置日光中。結果若何?

綜核 化銀之三種特性。 可溶性之氯化物將若何檢驗之?

g. 以此等檢驗法, 施之自教師處領取之“未知溶液”。作此項未知溶液之報告時, 除記錄最後之結果外, 並應錄出檢驗方法中每步之結果。

實 驗 21.

酸類, 鹽基類, 及鹽類

器具: 試管及試管架; 攪棒; 蒸發皿; 三腳架及石棉心網; 玻片; 本生燈。

物料：稀鹽酸，硫酸，硝酸，醋酸；石蕊試紙（紅及藍）；氫氧化鈉，氫氧化鉀，氫氧化銨，氫氧化鈣各溶液；氫氧化鈉（棒狀）。

指導——a. 酸類。將下列各酸各取數滴加入 10 毫之水中，以製成稀酸：鹽酸，硫酸，硝酸，草酸。取藍色及紅色石蕊試紙各一條，置玻片上。以清淨之玻棒端蘸每種之酸，依次觸兩種之試紙上。每次可見有何種變化？

取每種稀溶液一滴，嘗其味，嘗後立即以清水漱口。酸類具有何種顯異之味？

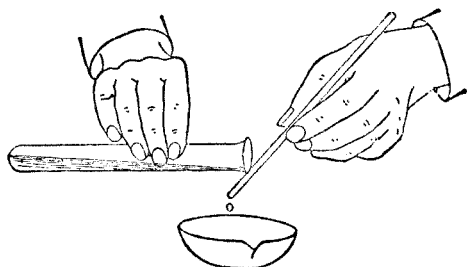
試作此等酸類之式（參見教科書），而檢視諸酸所共有之元素爲何。

b. 鹽基類。同法以石蕊試紙檢驗下列各鹽基類之稀溶液：氫氧化鈉，氫氧化鉀，氫氧化銨，氫氧化鈣。石蕊質對於鹽基類可見其起何種特殊之變化？

取氫氧化鈣一滴，嘗其味。當覺鹽基類有何特異之味？

試作此等鹽基類之式，而檢視其組成上有何點互相類似。

c. 鹽類。於試管內溶一小塊之氫氧化鈉（長約 1 吋之棒狀物），於約 20 毫之水中。攪拌之至盡行溶解，然後傾出約 15 毫之溶液，入蒸



第 47 圖 以酸中和鹽基

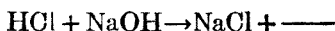
發皿中(第 47 圖)。加入稀鹽酸,每隔少時加少許,同時不絕攪拌,至以玻璃棒蘸取一滴對於石蕊質不呈鹼基性反應而止。

於是將留於試管內之 5 坵氫氧化鈉溶液沖稀至五倍淡薄,而亦將酸溶液沖稀至同樣程度。於是用此極淡之酸及鹼基溶液,以令蒸發皿中之溶液,底於中和點,或終點,是即對於紅色或藍色石蕊試紙均無效應之一點。此法稱為中和。

將中和溶液蒸發使乾,須徐徐爲之,俾免液體濺散。嘗其餘滓之味。此物爲何?

餘滓之科學名稱爲氯化鈉,示其僅含鈉及氯也。此酸類及鹼基類中之其他元素當生成何物?

試將下方程式完成之:



隨意實驗——上述之方法,其中一部 (c) 實即製取中和性鹽之一普通方法。試製他種之鹽類,如硝酸鉀 (KNO_3), 硫酸鈉 (Na_2SO_4), 或氯化銨 (NH_4Cl)。

實驗 22.

由滴定法量測溶液之濃度

設有氫氧化鈉之五分之一規定溶液,用滴定管由中和法以測一種鹽酸溶液之濃度。

器具: 滴定管二枚;小三角瓶或燒杯;攪棒;夾台附有二夾。

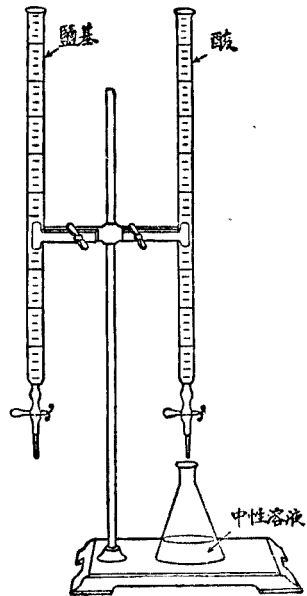
物料： 氫氧化鈉之規定溶液；鹽酸溶液（濃度近相同）；酚酞指示劑溶液¹（1 克溶於 200 毫之酒精中）。

緒引—— 凡一種鹽基之規定溶液均係每坩含有 17 克之可取代氫氧根 (OH)。欲成一種五分之一規定 (0.2 N) 溶液，應溶氫氧化鈉 (NaOH) 若干克於水中而製成一坩？

凡一種酸之規定溶液，均係每坩含有 1 克之可取代氫。規定鹽酸溶液一坩中當含氯化氫 (HCl) 若干克？

指導—— a. 於一滴定管內盛已知濃度 (0.2 N) 之氫氧化鈉溶液幾滿。標識管外而直立夾持於夾台上。於是於另一滴定管內盛所欲量測濃度之鹽酸溶液 (第 48 圖)。每管中均滴注液體少許，以除去滴嘴內之氣泡，且令臄面 (液體之彎面) 降至滴定管之刻度部分。

b. 精細察視滴定管上之刻紋，俾明悉其分度。讀視滴定



第 48 圖 用酸滴定鹽基

¹ Phenolphthalein.

管時，應使兩目與肱面之最低部分在一平面內，如第 12 圖。將兩滴定管讀得之數，如下示之表格並行記錄之。

[註] 當知管上分度係由上而下，故如讀數為 1 耗或 1 c.c. 之刻紋上一耗(或 c.c.) 之十分之四時，其讀數即為 0.6 耗 或 c.c.) 而非 1.4 耗也。

c. 設自滴定管內滴出鹽基溶液約 10 耗入一小燒瓶中，然後加一二滴之指示劑，如酚酞指示劑溶液。須知該指示劑當溶液為鹽基性時即轉淡紅色；遇酸性溶液則仍無色。

d. 於是於燒瓶後襯一白紙，而置瓶於別一滴定管下 令酸滴下，每隔少時滴下數滴。每加數滴後猛烈搖盪瓶中溶液。當酸液開始在滴入部分脫除指示劑之顏色，此時工作應格外謹慎。隔時加一滴，而搖盪溶液，至淡紅色適臨消失即止。此時再加一二滴鹽基溶液，俟其紅色適臨復現；留心加入一滴酸是否適令溶液轉成無色。如是反覆數次，至達僅僅一滴之鹽基或酸足以左右顏色之變動。

e. 讀視每一滴定管之液面，至十分之一耗(或 c.c.)，而記錄於表內。欲求所用鹽基之體積，即自中和後之滴定管讀數內減去初時之滴定管讀數(未中和以前)可也。記其結果於表內差數欄。

同法可以求中和該鹽基時所用酸之體積。因所用鹽基及酸之體積與鹽基及酸之濃度成反比例，故即易藉此推算酸之濃度(假定鹽基為 0.2 N)。

滴 定	鹽 基		酸	
	讀 數	差 數	讀 數	差 數
第 一 次				
第 二 次				
第 三 次				

洗淨燒瓶，而再作一次測定；反覆至得三次一致之結果。取此三次結果之平均數作為酸之濃度，表以規定溶液之小數分數。

隨意實驗——依此法設有一種標準溶液或既知之酸溶液，可測定任何鹽基之濃度，如家用氨等。惟如欲測定如醋、蘋果汁、檸檬汁等物質中之酸量，則須備有一種標準之鹽基溶液。

實 驗 23.

氧 一 併 之 重 量

求氧 1 併在標準狀況下之重量。

器具：鐵坩堝；夾台及夾；水槽；2 併玻璃瓶（酸瓶）；試管配有單孔塞；角盤天平及法碼；本生燈；玻片蓋；刻度圓筒；玻管。

物料：二氧化錳（粉末）；乾透之氯酸鉀；玻璃絨。

緒引——依亞佛加特羅學說，在同樣狀況之溫度及壓力下，等體積之氣體，含有同數之分子。由此即得一簡便方法，藉比較氣體之密度以比較氣體分子之重量，是即每一單位體積之重量。化學家現一致以氧之分子量作為恰恰 32，而取此為分子量之標準。氧之密度曾經極精準之測定，求得約為 1.429 克 / 併 (0°C。

及 760 耗)。意即在標準狀況下 $\frac{32}{1.429}$ 或 22.4 呎之氧重 32 克。

又求得凡屬氣體之分子量如以其密度除之，均得 22.4。因此對於測定任何氣體之分子量得一最簡捷之方法，即求該氣體 22.4 呎之重量克數（在 0°C . 及 760 耗）可矣。是可知所謂克分子體積（22.4 呎）均憑藉於氧之密度者也。

本實驗內先測一定體積之氧之重量，然後推算在標準狀況下量取一呎之重量。欲測氧之重量，可將尋常之發生器在產生一定體積之氧之前及後稱衡之。欲量之體積，可先量其所排去之水之體積，而後既知溫度及氣壓，可以按氣體定律 [第 510 頁]，推算在標準狀況 (0°C . 及 760 耗) 下之體積。

指導——a. 本實驗中應確保發生器所損失之重量乃由於所放出之氧而與所用物料內驅除之水分無絲毫關係。故宜將研細之二氧化錳約 6 克，置鐵坩堝（無蓋）中加熱五分鐘，不時攪拌之。

同時，於一酸瓶（約容 2 呎）滿盛以水，而倒立水槽內。另取乾試管配上單孔橡皮塞，而插入一導管。

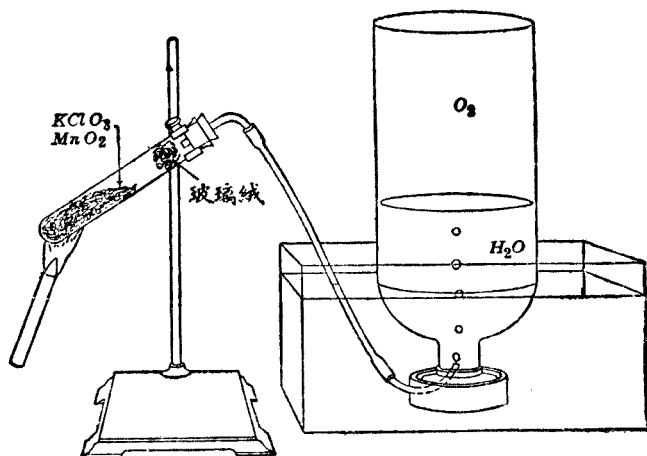
當二氧化錳冷卻後，於紙上與 7 克乾燥而研細之氯酸鉀相混和。將混合物送入試管中，而以玻璃絨或經點燃過之石棉纖維團，塞於試管口，以阻止被氣體帶出之細粒。將試管連內容物共稱之，至最近之厘（0.01 克）數，而依下列之表記錄其結果。再

塞以橡皮塞，而按次述方法驗其是否不漏氣：納導管端於口中，吸去一部分空氣。以舌尖抵管口，如覺被所吸住，則器即屬不漏氣。全部裝置安配如第 49 圖。

b. 用小燈焰加熱管中之物，先自頂面，繼徐徐向下移。瓶中所生之氣體盡行集取之。慎勿急切！應調節其熱度，使能逐記氧之氣泡數。

迨瓶中集取幾滿，或氣已停止放出，即自水中取去導管，而令試管冷卻。

c. 此時即可量氧之體積，先令瓶內外之水面成爲同等。其間應將瓶沈下而稍稍傾斜。於是當瓶位已正，即以塞或玻片蓋閉瓶口，而直立於桌上。



第 49 圖 求氧 1 併之重量所用之裝置

欲量瓶中所集氣體之體積，可計盛滿該瓶所需之水之量，法自刻度玻筒傾水入瓶。記錄所用水之總體積，水槽內水之溫度，及氣壓。

當試管冷卻至僅覺溫暖時，即連內容物再如前共稱衡之而記錄其重量。

推算——推算重量上之損失，是即所放出氧之重量。

就水氣張力〔第 511 頁〕以校正氣壓，於是將自實測的溫度及壓力下所得實測的氧之體積化至 0° 及 760 托。

自此化成之體積及上項重量，推算氧 1 升之重量（密度）

加熱前試管 + 內容物之重量	克
加熱後試管 + 內容物之重量	克
所生氧之重量	克
溫度	$^{\circ}\text{C}$.
實驗狀況下氧之體積	托
氣壓	托
水蒸氣之壓力	托
校正氣壓	托
標準狀況下氧之體積	托
氧之密度 (1 升之重量)	克

實 驗 24.

二氧化碳之克分子重量

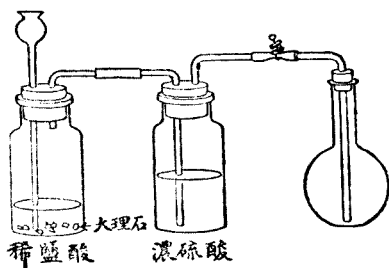
器具：500 托之燒瓶一枚，配一單孔塞；簾夾；橡皮管；廣口瓶二枚，各配有雙

孔塞：長頸漏斗；角盤天平及法碼；鐵環台；玻管；溫度計；氣壓計。

物料：大理石碎片；稀鹽酸；濃硫酸。

緒引——一種物質所取用之重量，其克數適為其分子量。在化學上即稱此重量為克分子重量。由種種實驗 [§ 162] 知任何氣體之克分子重量，在標準狀況下，均占有 22.4 升。在實驗室內，可權取某體積之氣體（化至標準狀況），而後推算 22.4 升之重量克數。

指導——a. 取一大燒瓶，裝一單孔橡皮塞，塞內插玻管，一端伸及近瓶底處。玻管之外端連一短橡皮管，上附簧夾。將燒瓶連裝就之塞，管，簧夾等共慎密稱衡之，至厘（0.01 克）。於是啓簧夾而連接橡皮管於乾燥二氧化碳之發生器上。此項發生器，即為一發生瓶內盛少許大理石片，先



第 50 圖 燒瓶中盛滿乾燥之二氧化碳

與一內盛濃硫酸之洗氣瓶相連接，如第 50 圖。

b. 加稀鹽酸於大理石，將燒瓶上之橡皮塞稍稍放鬆，俾氣流得自內通過，如是令二氧化碳之連續氣流通過全器十分鐘。於是將橡皮塞如前塞緊，而與發生器拆開。將簧夾啓開少時，俾燒瓶內之壓力，與瓶外相同，而後稱衡之，至厘。

欲確知燒瓶內是否完全滿盛二氧化碳，可將瓶再與發生器相連接，而令氣體再通過 5 分鐘。如稱衡之重量已達恆定（即示燒瓶中已完全盛滿），隨即讀記室溫及氣壓。

c. 燒瓶內盛滿二氧化碳後，其重量之加增，自僅屬微數，蓋乃瓶內二氧化碳與空氣二者重量間之差也。欲求空氣之重量，可先自刻度圓筒中傾水入瓶使滿，以測其體積，將此體積化至標準狀況，於是推算該體積空氣之重量。（假定 1 呎空氣在 0°C . 及 760 耗時重 1.29 克。）欲得瓶內二氧化碳之重量，祇須將燒瓶內空氣之重量，加以盛滿二氧化碳後所增加之重量，即得。至此已得測定某定體積（化至標準狀況）之二氧化碳之重量，從而即易推算該氣體 22.4 呎之重量矣。

將各步計算依序排列而將所有數據及結果記作表式：

燒瓶與空氣之重量	.....	克
燒瓶與二氧化碳之重量，第一次試驗	.....	克
燒瓶與二氧化碳之重量，第二次試驗	.....	克
燒瓶盛滿二氧化碳後所增之重量	.....	克
室溫	.....	$^{\circ}\text{C}$
氣壓	.....	耗
燒瓶之體積	.....	呎
0°C 及 760 耗時燒瓶之體積	.....	呎
燒瓶內空氣之重量 (1 呎 = 1.29 克)	.....	克
燒瓶內二氧化碳之重量	.....	克
二氧化碳 22.4 呎之重量	.....	克

問題——1. 假定空氣 1 坩重 1.29 克, 試推算空氣 22.4 坩之重量.

2. 由問題 1 之答數及本實驗之結果, 試推算二氧化碳對於空氣之相對密度; 並推算二氧化碳重於氫若干倍.

3. 假定二氧化碳之式為 CO_2 , 其分子量為 $12+16=28$, 試推算其克分子量, 及其對於空氣之相對重量.

4. 氯化氫氣之密度為每坩 1.64 克. 試推算其克分子量.

實 驗 25.

硫 之 形 態

器具: 試管及架; 結晶皿; 本生燈; 放大鏡; 水皿; 夾; 漏斗; 燒杯.

材料: 硫棒; 二硫化碳; 濾紙 (徑 10 釐); 毫幣或其他種銀片.

緒引——硫不僅易成三態——固, 液, 氣——且能成二種固態, 二種液態及三種蒸氣態, 誠一極有意味之元素也. 其二種固態之物理性有互相不同者. 其中一種之結晶形為菱形體, 在常溫時穩定. 至 $96^{\circ}C$. 即變成另一種之固態, 乃一斜晶形或柱形體, 自此溫度上至其熔點 $119.25^{\circ}C$. 間均屬穩定. 此二固態物設緩和而小心加熱之, 則均生成一種之液態硫; 惟如強烈加熱, 則又變成一種完全不同之液態硫, 沸點 $445^{\circ}C$. 硫之蒸氣隨溫度之高低, 可有三種不同之形體 (S_8 , S_6 及 S_2). 就本實驗, 當可一究固態硫及液態硫之各種同素異形體.

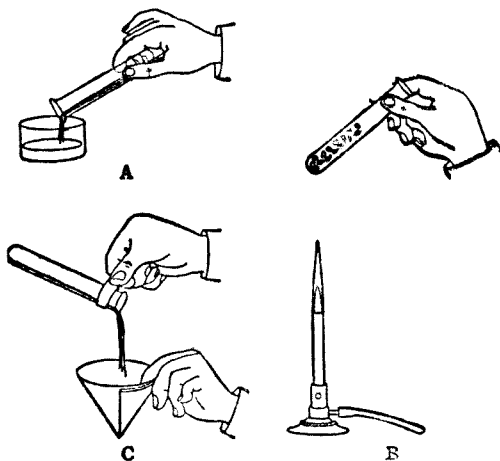
指導——a. 自溶液取得結晶. 於試管內置硫約二三克,

加二硫化 約及試管之四分之一，而將管搖盪之

[注意]——二硫化碳爲一種揮發性液體，易於着火。 切勿使近燈火。

將澄清之溶液(第 51 圖 A)傾入結晶皿中。 放置一旁，遠隔燈火，令液體自行蒸發(當守候結晶之生成時，可進作 b 步)。

待結晶生成後，用放大鏡檢視，而注意其形狀；置之乾燥之試管內，而標曰菱形硫。 試於鈔簿上繪結晶數顆。



第 51 圖 A, 將硫溶液傾入結晶皿 B, 於試管中熔硫。

C, 將熔硫傾入濾紙。

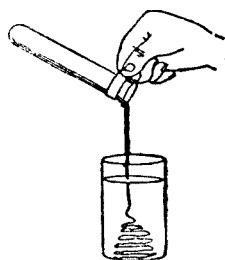
b 由緩徐冷卻熔硫以得結晶。 納摺就之濾紙於漏斗中，並手頭豫備一盛水之皿。 另於清淨乾燥之試管內，盛硫粉及半。 持試管以傾斜之位置，臨於火上(第 51 圖 B)，使硫熔融甚緩 同

時將管迴旋，俾硫不致於某一部分感受過熱。液體之硫應為灰黃色；如色帶黝暗，即其已受過熱之徵。

將液體硫傾入摺就之濾紙(第 51 圖 C)，而守候結果之生成。俟其結晶之形成，自濾紙四邊，而及於圓錐體之中心，立即裂其皮殼，而將仍為液態之硫傾入水皿中。隨即揭開濾紙，而用透鏡察視結晶。試照繪數顆，而記其顏色及透明性。此種形體之硫稱為柱形硫。

審視此項結晶少許，而察其外形有無變動。

c. 彈性硫，將硫加熱至沸點而復驟冷之即得。取一燒杯，滿盛以水，置檯上近旁處。另取一試管(前於(b)中所用者亦可)盛小塊之棒硫及半，用夾將試管夾持(或用摺合之紙條亦可)，而熱之極緩和，俟其熔融。迨其完全熔融，強熱之，而察其顏色及流動性之變遷。



第 52 圖

傾沸騰之硫入冷水中

當硫猛烈沸騰時，即傾之入燒杯之水中(第 52 圖)。

注意 設有硫蒸氣於試管口燃着，切勿驚慌；但亦勿使燃硫溢於檯上。

注視殘存試管內之硫，徐徐冷卻時，呈何現象。

取燒杯中之固體察之。記其顏色。質堅抑軟？為彈性，抑為脆性？此種形體之硫稱為彈性硫或無定形硫。

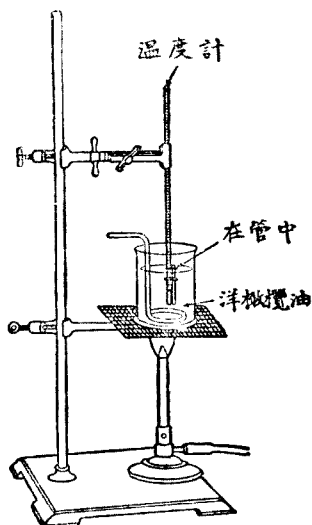
驗彈性硫於二硫化碳中可否溶

解

d. 遊離硫之檢驗。硫甚易與銀化合物成黑色硫化銀。置硫於銀幣上熱之；即產生黑色之斑跡

隨意實驗——設計一確定棒硫及彈性硫之密度之適宜方法。如所設計之方法，經導師許可，即實行之。

測定菱形硫及柱形硫之熔點。將此二種形體之結晶小片，分置二個熔點測定管內，而用橡皮圈繫住溫度計之水銀球上，如第 53 圖。溫度計之位置，應令其水銀球浸入一燒杯內之洋橄欖油中。緩和加熱，而不絕攪拌之，至初見起熔融而止。記錄其溫度。



第 53 圖 測定硫之熔點

實 驗 26.

硫 化 氫

器具：鐵環台及夾；大試管 (20×2.5 吋) 裝有單孔塞；試管及架；本生燈；玻管；廣口瓶；玻璃管嘴。

物料：硫化鐵；稀鹽酸；硝酸鉛，硫酸銅及硝酸錳諸溶液；石蕊試紙。

緒引——腐蛋之特臭乃由於硫化氫，此一氣體為實驗室內所常用。作化學分析時，此物乃一必不可缺之實驗室藥劑，普通金屬均能與硫化合而成硫化物，此等硫化物之溶解度，其差別之大，使人易將金屬分成各族以供最後之鑑定。此等硫化物常具

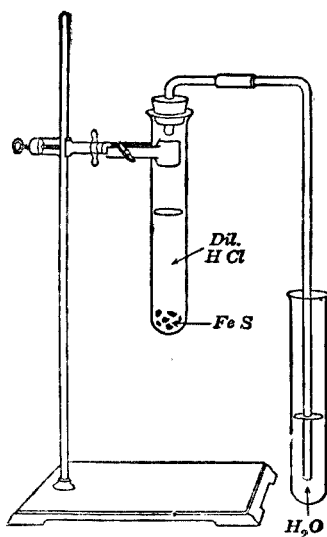
有顏色，其顏色又為吾人鑑定金屬之一法。

此項氣體除其臭之惡劣外，如吸量過大且有毒害，釀成頭痛。故實驗室內每用其水溶液。

製法——鐵屑與硫粉相混而加熱時，其產物為硫化鐵（一硫化鐵）。今將硫化鐵（FeS）二三小塊小心送入大試管中，而注入稀鹽酸，其量足以淹沒硫化鐵。

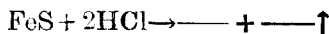
注意所生氣體之臭，勿吸入過多，以其稍具毒性也。

檢驗——設有多量之氣體存在，其臭氣，即可作充分之檢驗。惟尚有一更敏銳之檢驗法，即取濾紙一條，先浸入硝酸鉛之溶液，次持臨於欲檢驗之氣體中。

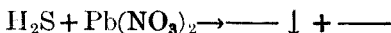


第 54 圖 製取硫化氫 溶液

試將製取硫化氫（H₂S）之方程式完成之：



又將用硝酸鉛檢驗該氣體之方程式完成之：



性質——a. 於試管上裝一單孔塞及導管如第 52 圖，用

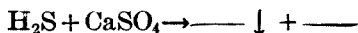
向上取代空氣法集其氣體於乾燥之試管中，撤去導管，而燃點該試管內之氣體。當試管內氣體作靜和之燃燒時，隨即以一玻璃管嘴¹或噴口接於導管上而燃着之。

b. 於火焰四周注意嗅辨氣體之臭。取一冷而乾燥之瓶，持臨火焰，而注視其有無燃燒之產物凝附於瓶上。硫化氫完全燃燒之產物爲何？試作方程式。

c. 熄滅火焰，而將導管伸入一試管之底，管內盛水及四分之三。令氣泡通過水中三四分鐘。（如發生管內作用弛緩，可將該大試管溫熱之。）此溶液對於藍色石蕊試紙具何種效應？此溶液稱爲氫硫酸。

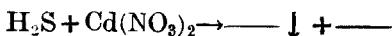
用途——硫化氫之溶液，乃化學分析上極有用之藥劑，以確定一種組成不知之物料中，存有何種金屬。金屬硫化物有不可溶而具顯明之顏色者。

取上方製成之氫硫酸一部分，加入硫酸銅之溶液中。生成何種產物？完成下方程式：



另取一部分氫硫酸，加入硝酸錳之溶液中。生成何種產物？完成下方程式。

¹ 玻璃管嘴或噴口之製法，取一直玻璃管，於本生燈上熱之，及其柔輭，拉長之，俾其管孔縮小。於是在縮小之部分割開玻璃管。



d. 綜賅所察知硫化氫之性質。

隨意實驗——取六試管列置架上，而各注下列溶液之一，滿及三分之一：硫酸 鋅 (ZnSO_4)，氯化錫 (SnCl_2)，氯化鎂 (MgCl_2)，氯化鈉 (NaCl)，氯化銻 (SbCl_3)，及硝酸鉛 ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$)。於是挨次於每管通入硫化氫。注視其有無沈澱生成。

設無沈澱生成，可加入少許氫氧化銨 (NH_4OH)，而視其有無變化。如有沈澱生成，濾過，洗滌，乾燥，而於球管 (第 55 圖) 中加熱之，以檢識其固體是否為一種硫化物。



第 55 圖
加熱硫化物
用之球管

實驗 27.

二氧化硫及亞硫酸

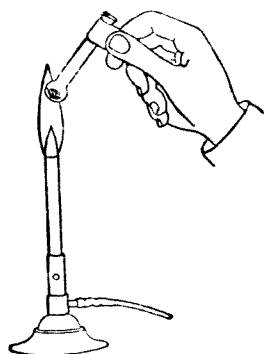
器具：白金絲；本生燈；球管，鐵環台附環及夾；石棉心網；三角燒瓶 (錐瓶) (250 瓦)，附有雙孔塞；漏斗；簧夾；橡皮接管；3 廣口瓶及玻片蓋；試管；蒸發皿；玻管。

物料：硫；黃鐵礦；酸性亞硫酸鈉；稀鹽酸；粉紅色花；蘋果薄片；石蕊試紙；鋅；硝酸鉛試紙。

緒引——燃硫之臭氣，其為一種窒息之氣體，殆盡人所知。此氣即為二氧化硫，發硫燃燒或金屬硫化物受強熱時即生此氣。實驗室內較簡便之製取法，即將鹽酸徐徐滴於亞硫酸氫鈉上。此實驗應於氣櫥內行之，以其氣體具有窒悶之臭也。

製法——以溫熱之白金絲，觸於一撮之硫而將絲連黏附之硫，再攜入火焰。取出，而察燃硫火焰之色；並注意所產生氣體之臭。作其方程式。

於小球管中置黃鐵礦 (FeS_2) 數粒而加熱 (或烘焙) 之 (第 56



第 56 圖

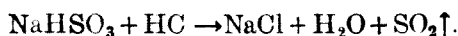
於球管內加熱黃鐵礦

內置約 10 克之酸性亞硫酸鈉 (即亞硫酸氫鈉), 而再將連有漏斗管及導管之塞塞上 於導管上連一直玻璃管, 使其直達一廣口瓶之底。

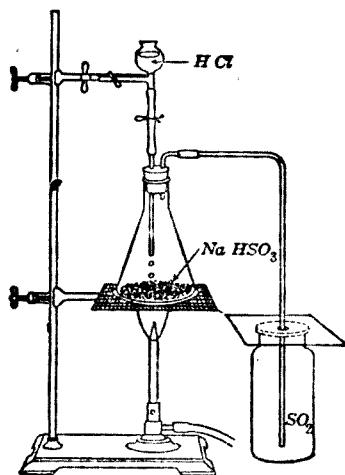
漏斗內裝滿稀鹽酸, 然後調整簧夾, 俾酸液適成逐滴滴入燒瓶。欲增加反應之速度, 可隨需要而時時加極微和之溫熱。

圖). 凝集於管之冷却部分之固體爲何物?

實驗室內較簡便之製取二氧化硫法, 即將鹽酸緩緩滴於亞硫酸氫鈉 (NaHSO_3) 之上。此反應可以下方程式表之:



將裝置配列如第 57 圖。於燒瓶



第 57 圖

滴鹽酸於酸性亞硫酸鈉以發生二氧化硫

迨燒瓶內之空氣盡被逐出後, 以向上取代空氣法集取二瓶。

每瓶蓋以玻片。另取約半試管之水，煮沸之，俾驅盡溶解之空氣，然後於流水下冷卻之。將導管伸入此煮沸過之水之底，令其氣泡通過 5 分鐘。當導管取出，隨即將試管塞緊，以防空氣闖入。

性質——a. 將一盛有氣體之瓶蓋稍稍移開，適足注入少量之水；於是以手掌緊按瓶口而搖盪之（第 58 圖）。手是否有被大氣壓力吸住於瓶口之勢。此氣體是否可溶？



第 58 圖
將盛有二氧化硫及水之瓶搖盪之

b. 於第二瓶之氣體中，置入潮濕之粉紅色花（月季花）一朵，及薄片之蘋果。同樣另取一片蘋果任其露於外方空氣中。試比較各物。二氧化硫對於植物之色質有何效應？

c. 亞硫酸。 用石蕊試紙驗 a 中所製成之水溶液。試作亞硫酸 (H_2SO_3) 生成之方程式。二氧化硫為酸性氧化物抑為鹽基性氧化物？

將此溶液 5 耗於蒸發皿中徐徐煮沸之，而隨時留意其臭氣。試作表此變化之方程式，而與前一方程式比較之。

欲檢驗亞硫酸，可用適當之還元劑如初生氫等，令其還元成硫化氫。於試管內置少許之鋅塊，而以稀鹽酸淹沒之。及其作用猛烈，隨即以帶濕之硝酸鉛紙條驗此氣體（紙應仍為白色）。於是注入二三耗之亞硫酸，而再以硝酸鉛紙驗之。

d. 綜貳二氧化硫之性質：色，臭，對於空氣之密度，及溶解度。再綜貳亞硫酸之性質：對於植物色質之作用，穩定性，氧化或還元功能。

隨意實驗——亞硫酸及其鹽類，亞硫酸鹽，常用作食物防腐劑，其功用固尙屬可疑也。欲驗食物內之亞硫酸或亞硫酸鹽，可應用 c. 部之方法，設有亞硫酸存在即令其還元成硫化氫。試檢視下列各物一二種：糖漏，檸檬汁，蕨菇冬菇，罐頭牛肉，臘腸，外國醬油，各種衛生醬油，果子露，乾果。

置約 25 克之試料（如爲固體先浸軟之）於小三角瓶（200 耗）中。必要時加水使成薄漿。加入無硫之銻約 5 克，及化學純粹之濃鹽酸（HCl）約 15 耗。燒瓶口上置一小濾紙，該濾紙先用硝酸鉛（ $Pb(NO_3)_2$ ）溶液浸濕。將溶液微溫之。設濾紙轉黑色（不僅至棕色爲止），即有亞硫酸鹽存在之證。

實 驗 28.

硫 酸

器具：試管及架；本生燈。

物料：濃硫酸；銻；稀硫酸；氯化鈉；木片；硫酸鈉，硫酸銻，硫酸銅之稀溶液；氯化鋇溶液；稀鹽酸。

緒引——除水以外，硫酸實爲化學工業上所用之最重要之物質。一切工業上幾均需用該酸或由其製成之物質。肥料，爆炸藥，及其他酸類之製造，石油之提煉，皆需用鉅量硫酸之著例也。尋常商品濃硫酸，俗亦稱硫錫。由本實驗當可見其濃酸與稀酸，性質上殊不相同。

稀釋熱——於一試管內，盛水約及三分之一，於是極緩漸注

入等體積之濃硫酸。以手觸試管之外部，而記其溫度之變遷。

[注意] 須牢記將濃硫酸徐徐注入水中。設反之，將水注入硫酸，即致發生危險的爆炸而酸液迸散。

對於鋅之作用——置鋅一片於試管內，而以濃硫酸淹沒之。設無作用發生，試小心將酸溫熱。

[注意] 濃硫酸觸及皮膚，足致劇烈之灼傷。切勿將熱濃硫酸注入水內。宜令其冷卻。

置另一片鋅於另一試管中，而以稀硫酸淹沒之。試舉此反應內生成之產物之名，而作其方程式。

將濃硫酸及稀硫酸對於鋅之作用比較之。

對於鹽之作用——試驗稀硫酸及濃硫酸對於食鹽（氯化鈉）之影響。鑑定其氣體產物。

對於木材及紙之作用——將木片伸入試管中少許濃硫酸內，而令其放置數分鐘。

取玻璃棒蘸硫酸而於紙上書字。臨燈火上微燻之。由此等實驗可以說明硫酸對於木材及紙之何種性質？

硫酸鹽之檢驗——於數試管內分別置硫酸，硫酸鈉，硫酸鋅，硫酸銅各物之稀溶液。於每種溶液中加入氯化鋇（ BaCl_2 ）溶液數滴，而後再加稀鹽酸。每管內生成何種不可溶性之沉澱？

於硫酸鈉之溶液中加數滴之氯化鋇及稀鹽酸。檢驗硫酸

鹽，何以必須加鹽酸？

硫化物，亞硫酸鹽，及硫酸鹽 當何如區別

之？

隨意實驗——稀硫酸與濃硫酸之物理性最重要之區別，密度其一也。欲測定一種酸之密度，可取一小燒瓶（25 錢），於瓶頸上周圍黏一標籤，標籤上方，恰成水平。求空燒瓶之重量，而後盛水，至水面之最低部，恰臨標籤之上方，稱衡之。於是盛入稀硫酸至同一液面，而求其重量。再盛濃硫酸後，求其重量。

計算此等酸之密度。

檢驗蓄電池，有一極簡便之方法，即用一種比重計（第 59 圖）以測定蓄電池之電解質（稀硫酸）之密度。試檢查其當使用時當如何作為。



第 59 圖 檢驗蓄電池
用之注射式比重計

實 驗 29.

氣體，液體及固體之溶液

器具： 試管及架；本生燈；漏斗；表皿。

物料： 濃氫氧化銨液；四氯化碳；甘油；硫酸銅；氫酸鉀；磷酸鈣（粉末）；濾紙。

緒引——水乃吾人所用最重要之溶劑，不僅對於固體為然，於液體及氣體亦同。一種固體與水相混和時，不能見其散離之粒子，即用高度之顯微鏡亦屬徒然。其固體實已一再分成極微細之粒子矣。此種一再分散之狀態，布成極大之面積，化學作用即起於此大面積之上。自然界及工業上之重要化學變化，起於

成溶液狀況之物質間者，爲數甚繁。物質有謂爲不可溶於水者，然嚴格上此語初不確切，蓋即玻璃亦有極微量溶於水中。由本實驗及後一實驗，可以知各種物質之溶解度視數種因子而定。

氣體溶於水——於試驗管內注入自來水少許，溫熱之。有無氣體溶於水中之證？

同樣將氨水（氫氧化銨）少許溫熱，而視其有無氣體溶於水中之證。

氣體於熱水及冷水孰易溶解？

液體溶於液體——於試驗管內置水 5 耗而加入四氯化碳 5 耗，隔少許加數滴，每次加後將混合物猛搖之。水與四氯化碳是否每步均可相混和

用甘油及水，重作一次。

固體溶於液體——於三試管內分別置下列粉狀物質各一克：硫酸銅（ CuSO_4 ），氯酸鉀（ KClO_3 ），碳酸鈣（ CaCO_3 ）。每種物質內加入水 10 耗而各搖盪之。

此等物質之已溶解，有何證據？

設於一種固體會否溶解有何懷疑，則可濾去 5 耗之液體，而於錶皿上蒸乾之。

設有一方面固體盡行溶解，則試再加粉狀固體若干克，苟仍能完全溶解，則再繼續爲之。

此三物質於水中之比較溶解度爲如何？

隨意實驗——固體溶解最適宜之狀況爲何？請讀表面效力。取硫酸銅之結晶二顆，大小相仿，均可送入一試管中。取其一顆，於研鉢內磨成細粉，而置粉末於試管中。另取一試管，盛放結晶。於每一試管內加水 20 耗；塞住而緩緩將管搖盪。試測記粉末溶解所需之時間，並視結晶尙有原顆幾分之幾留存管內。研磨何以足令溶解加速？

實 驗 30.

溫度對於溶解度之影響

器具：試管及架；鐵環夾台；木生燈；石棉網；大燒杯。

物料：硫酸銅 氯化鈉。

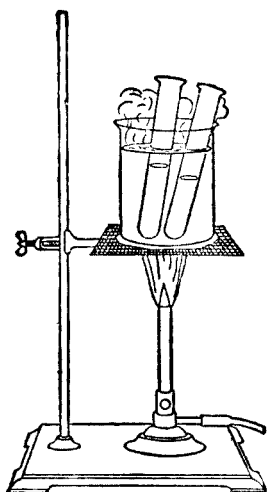
冷水中之溶解度——於試管內盛水 20 耗，加入研細之硫酸銅 2 克，將管搖盪，俟固體完全溶解。繼再加 2 克一份，迨若干份後溶液飽和，是卽至搖盪後仍留有少許固體未見溶解。試計算於冷水 100 克中應可溶解之量（克）。

用氯化鈉（食鹽）以代硫酸銅而重作此實驗。

熱水中之溶解度——將頃所製成之二種溶液置盛沸水之燒杯內加熱之（第 60 圖），而繼續加 2 克量之固體若干次，至每種溶液均於 100°C . 時飽和爲止。試計算每種固體溶於熱水 100 克中之量。

冷卻飽和溶液——將適所製成之飽和溶液之試管，持臨自

來水頭之流水中冷却之。察視各管內所生成結晶之數量及大小



第 60 圖 於熱水中加熱溶液

於一份內投入極小一顆之硫酸鈉結晶；於另一份內投入一撮曾經於玻璃上脫水之硫酸鈉；取第三份，猛烈搖盪之。

比較此等實驗之結果。

再將管置入沸水內，小心溫熱管內物，至結晶再行溶解為止。於是將各管放置架上，而令其徐徐冷却，留至下次之實驗。試取由安靜而徐緩生成之結晶與急速生成者互相比較。

隨意實驗——過飽和。以硫酸鈉結晶與水於 33°C . 時共搖盪，以製成硫酸鈉結晶之飽和溶液。設溫度降至該度（變遷溫度）之下，則再熱其溶液。將溶液之澄清部分，分傾入三試管內。於冷水內冷却之，勿搖盪。其溶液此時應不含結晶。

實 驗 31.

食鹽之溶解度

求水 100 克中可溶解食鹽若干克？

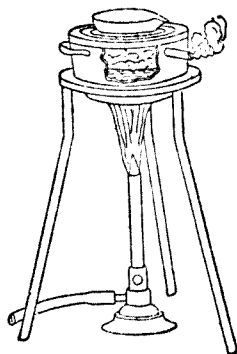
器具：小燒瓶；塞；蒸發皿；角盤天平及法碼；鐵環台；銅水鍋或大燒杯；三脚架；本生燈；溫度計；漏斗。

物料：氯化鈉；濾紙。

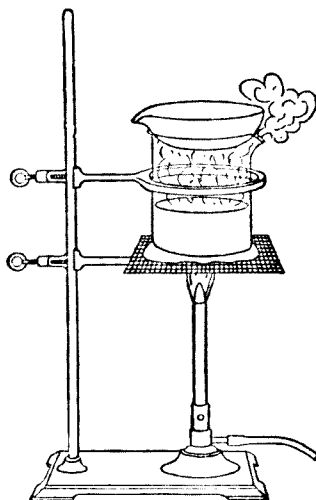
a. 先製氯化鈉之飽和溶液。可置食鹽 10 克及水 20 耗於有塞燒瓶或玻璃瓶中，頻頻搖盪，經 15 分鐘，即得。或將鹽 10 克溶於沸水 20 耗中，而令其溶液冷卻至室溫（不時將溶液搖盪）亦可。二方面皆有少量之鹽，遺留未溶解。

b. 記錄方當製成之飽和鹽溶液之溫度。精慎稱一乾燥潔淨之蒸發皿，於是經濾紙濾入一部分之溶液。儘速再稱之，但須精密謹慎。

c. 將溶液置水鍋上(第 61 圖)或沸水燒杯上(第 62 圖)，完



第 61 圖 於水鍋上蒸發



第 62 圖 於沸水燒杯上蒸發

全蒸乾之。慎勿任令迸散致鹽損失。令蒸發皿及內容物冷卻而再稱之。重熱蒸發皿及內容物，直至重量不變而止。

[註] 須留意銅鍋或燒杯中應隨時添水。

d. 推算水 100 克在實測溫度時可溶鹽之克數。將所得結果與實用化學第 128 頁第 103 圖中曲線所繪之結果試作比較。

用表列格式記錄今此實驗所得之數據及結果，體例略如下：

溶液之溫度	°C.
蒸發皿 + 溶液之重量	克
蒸發皿之重量	克
溶液之重量	克
蒸發皿 + 乾燥固體之重量	克
蒸發皿之重量	克
鹽之重量	克
水之重量	克
水 100 克在 °C. 時溶鹽之重量	克

隨意實驗——此法亦可用以測定硫酸銅 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 或重鉻酸鉀 ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) 在各種溫度時之溶解度。

實 驗 32.

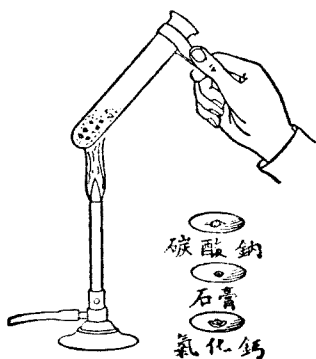
結晶水——風化——潮解

器具： 鐵皿三塊；鐵環台及夾；本生燈；試管。

物料： 碳酸鈉結晶及石膏；熔融氯化鈣；氫酸鉀，硝酸鉀，鉀明礬；硫酸鋅；硫酸鈉及硫酸銅之結晶。

緒引——物質之成結晶形者如洗濯鹼等，露於空氣中數日，即崩裂成粉質，結晶形消失。細察之，常見此等結晶蓋係放去水蒸氣也。水原為結晶體之一主要部分，水分離去結晶，即失其形體。此項作用稱為風化。結晶一般均由溶液中生成。水即於生成時結入結晶中。此種含結晶水之結晶，稱為含水物。其中之水，並不如他種成分之結合堅牢，往往稍經加熱，即足令水分離散。水分盡被除去後，該物質即謂為脫水，或成為無水物。又有物質露於空氣中，能自動由空氣中吸取水分，其量足成該物質之溶液。此項作用稱為潮解，在乾燥劑方面，特具價值。

指導——a. 取新結成玻璃狀之洗濯鹼(碳酸鈉)結晶一顆，置錶皿內，放置一旁，待至下次實驗期。另取石膏結晶一小塊及熔融氯化鈣一枚，以同樣方法處置。經一二日之後，視每種物質外形上有無變異。



b. 取洗濯鹼之清澄結晶一顆，置乾燥試管中，而將管以橫平位置夾持。緩緩加熱結晶，而視其外形上有何變異。管壁有何物凝結？

第 63 圖 檢驗物質中之結晶水

c. 於數個乾燥試管中，分別納入下列物質每種結晶少許而

緩和溫熱之(第 63 圖): 氯酸鉀, 硝酸鉀, 鉀明礬, 硫酸鋅, 硫酸鈉.

記其結晶, 表列如下:

加熱之物質	凝結水之量	殘滓之外形

[註] 凝結水之量可以“些微”, “少量”, “多量”等字表示之。即無水物亦往往含有少量之水分, 稱為“機械含持之水”。

結晶形物質是否均為含水物?

d. 於另一試管內, 緩熱硫酸銅(膽礬)之小結晶一顆。視其顏色及形體上之變遷。

逮試管冷卻, 加入熱水數滴。視其顏色之變遷。將溶液傾於錶皿上, 而放置令其重起結晶。以其產物與原物質比較之。

隨意實驗——取氯化鈷小結晶一顆(約橫長 5 耗), 依 d. 中硫酸銅相同之方法檢驗之。其溶液稱為“隱顯墨水”。用潔淨之筆, 蘸氯化鈷溶液, 寫字於紙。在略帶潮濕時, 幾不可辨其字跡, 惟於低溫火焰上乾燥之, 即漸顯。

實 驗 33.

結 晶 水 之 量 計

求石膏中含水量之百分率。

器具: 三腳架; 瓦管三角; 瓷坩堝; 角盤天平及法碼; 本生燈; 鐵環台。

物料: 石膏結晶。

緒引——如石膏等含水物內所含結晶水之量有定，不同之結晶形物質，則亦互異。可以加熱已知量之結晶形物質，至水分盡行驅去而測定之。吾人可以知其作用何時完全，蓋完全時物質再行加熱，亦不致失去重量。

指導——a. 取乾燥清潔之坩堝，連蓋稱之，至最近之厘(0.01 克)數。坩堝內置入研細之石膏約 5 克(不必取其恰量)，而再連蓋小心稱之。記錄此等重量，表列如下。

b. 將蓋好之坩堝置瓦管三角上而架於三腳架上。加熱坩堝，先極緩和，以手持燈；其後置燈於坩堝下，將燈焰調整至內部藍色圓錐焰尖，離坩堝下甚近。熱十分鐘後，將蓋取去，再強熱 5 分鐘。於是令坩堝徐徐冷却之，再稱之至最近之厘數。

c. 重熱坩堝(無蓋) 5 分鐘，後冷却重稱之。反覆如此操作，至重量不變為止。由所得結果，計算結晶中所存在結晶水之百分率。

坩堝 + 石膏之重量	.....	克
空坩堝之重量	.....	克
取用石膏之重量	.....	克
第一次加熱後之重量	.....	克
末次加熱後之重量	.....	克
結晶水之重量	.....	克
水之百分率 =	$\frac{\text{水之重量}}{\text{石膏之重量}} =$	%

隨意實驗——由此實驗之結果計算石膏分子內水之分子數。假定無水物爲 CaSO_4 ，並用原子量約值(封面背頁之表)，以推算分子量。試作石膏之分子式。

實 驗 34.

膠 體 液

器具：羊皮紙(圓形，直徑 10 釐)；研鉢及杵；燒杯；試管；本生燈。

物料：澱粉。氯化鈉，硝酸銀，動物膠 (2%)，矽酸鈉 (比重約 1.1)，碘，及肥皂等之溶液；礦物油；濃鹽酸。

緒引——膠體液者，即溶液中所溶解之粒子，遠大於單分子，惟仍極微小，不足以澱出。若澱粉，食膠，明膠，及蛋白等之物質，常溶成膠體液。分子較簡單之物質，在某種狀況下，亦往往有能成膠體液者。可製成一種薄膜(例如膠棉)能容鹽類及他種物質通過，而留住膠體。此種離析法稱爲透析。一種膠體物質之少量，每足以阻止另一種較不穩定之膠體起沉澱。保護膠體之應用，實例繁多。乾酪蛋白質在牛乳中即有保護膠體之作用，保持多量之酪脂溶解於乳中。膠體液冷却或蒸濃時，多數轉成凝膏狀物，稱爲膠滯體。本實驗內，即作有關於此等膠體現象之問題。

指導——a. 透析。取澱粉一撮，與水數滴，置研鉢中，捏成潤滑之漿。將此漿傾入燒杯內沸水中。當溶液沈定，將澱粉溶液傾出，而加入少量食鹽。取圓形羊皮紙摺成圓錐形，作裝入漏

斗狀，於是用二夾針於圓邊之兩對方夾住，如是作成一透析器。於此透析器內盛澱粉鹽溶液約及三分之二，而小心浮之於盛蒸餾水之大燒杯內。取少量澱粉鹽溶液加入碘溶液¹一滴，以檢驗澱粉。碘為膠體澱粉粒子所吸收，而呈藍色。鹽則可以硝酸銀溶液證明氯化物之存在以檢驗之（實驗 20）。時時就四圍蒸餾水檢驗澱粉及氯化物。澱粉及鹽，二者孰能通過薄膜？

b. 保護膠體。於硝酸銀溶液數滴內，加過量之氯化鈉。將混合物猛烈搖盪，而視其有無沈澱析出。再用硝酸銀溶液與等體積之動物膠（明膠）溶液（約含動物膠 2%）之混合物，而再作此實驗。動物膠將有何種效能？

將礦物油（機械油）少許與水共搖和。於是再將油與肥皂溶液共搖。比較其結果而解釋之。

c. 膠滯體之生成。將少量動物膠溶液增濃至約 10% 之溶液，於流水下冷卻之。如起膠化，試確定其浸入熱水燒杯內是否再起液化。此項變化是否可逆？

於少量水玻璃（矽酸鈉）溶液中，加入濃鹽酸二三滴（勿稍多）。如並不即起膠化，則冷卻之而放置一旁。其膠化產物為何（§ 425）？

¹ 碘溶液之製法，可以碘 2 克及碘化鉀 10 克溶於水 100 耗即得。

隨意實驗——膠滯體亦可由醋酸鈣之濃溶液與 95% 之酒精共混和而製得。
膠滯體之小塊 (固體酒精) 可以燃點。

橡皮可成爲一種膠滯體。將天然橡皮約 0.1 克置入盛有四氯化碳約 15 毫之試管內。將管塞緊，放置一二日。以此含膠體橡皮之試管猛烈搖盪，致其成爲勻和一致。注入醋酸約 3 毫。而再搖試管。醋酸之於滯體如於試管中經久，當起何種變化？

實 驗 35.

銅 之 原 子 量

求銅之化合量，及由此量算出原子量所需乘之因數。

器具：鐵環臺及夾；燃燒試管（硬玻璃試管）；角盤天平及法碼；本生燈；玻璃管；橡皮管。

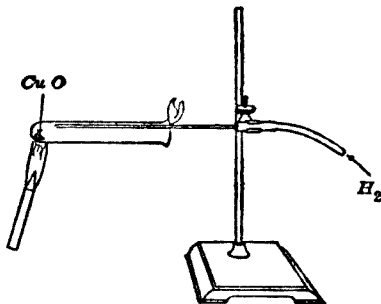
物料：氧化銅（粉末）。

緒引——先可由還元已知量之氧化銅成金屬銅，而測定銅之化合量。假定氧之化合量爲 S ，則由銅及氧之真實重量，可以推算銅之化合量。銅之原子量或即等於此化合量或爲其倍數。欲確定此項倍數，可利用杜隆及柏第¹所發見之事實：無論何種固體元素之原子量與其比熱²之乘積，其數值大抵不出於 6 與 7

¹ Dulong and Petit ² 熱以卡計量。一卡即爲一克水溫度升高 1 C. 時所需之熱量。一種物質一克，溫度升高 1 C. 所需之卡數稱爲比熱。

之間,平均爲 6.4. 此固非測定原子量之方法,惟由此尋求由化合量算出原子量必需乘之因數,則一簡捷之道也.

指導——取硬玻璃試管(燃燒管)洗淨而乾燥之,稱其重量至厘(0.01 克)數. 用摺疊之紙條,送入黑色氧化銅約二三克. 務使氧化物盡在管底,小心將管連氧化物稱之. 取一玻管以橫



第 64 圖 用燃煤氣將氧化銅還元成銅

平位置夾住於鐵環台,如第 64 圖. 燃煤氣內因含有多量之氫,故便利上即用以作為還元劑. 過量之煤氣,當其自試管口逸出時可燃點之,於是將氣門旋小,俾其火焰高僅約 1 厘. 徐徐加熱試管,至氧化物成紅

熱. 熱 5 分鐘後,旋閉氣門而將試管迴轉,輕擊管壁,令氧化物墜於他邊. 再伸入氣管而繼續加熱,直至黑色氧化銅盡行還元成紅色之銅而止. 冷却燃燒管而再稱之.

推算——重量之損失,即為自氧化物中取除之氧氣之重量.

假定氧之化合量爲 8, 試計算銅之化合量; 如是:

$$\frac{x}{8} = \frac{\text{銅之重量}}{\text{氧之重量}}$$

假定銅之比熱爲 0.0936, 其常數乘積(原子量×比熱)爲 6.4;

試推算銅之原子量約值 由化合量算出原子量所必需乘之因數 (整數) 爲何? 以此因數乘銅之化合量, 其乘積爲原子量. 將此結果與原子量表中所列之值相比較, 而推算其百分差.

試將各人所作推算, 全部明列, 而將所得數據及結果表列記錄如下:

試管之重量.....	克
試管 + 氧化銅之重量.....	克
試管 + 銅之重量.....	克
氧之重量.....	克
銅之重量.....	克
銅之化合量 (氧 = 8)	

由化合量算出原子量必需乘之因數

 銅之原子量.....

 據原子量表內銅之原子量

 百分差

隨意實驗——欲測定鐵之原子量, 將鐵絲 (鋼琴絲) 約 2 克, 溶於硝酸, 而於水鍋上蒸發其溶液使乾, 再直接惟小心加熱之, 至紅色煙盡去. 然後熱至恆定之重量. 所得之重量, 爲與已知量鐵所化合之氧之重量. 假定氧之化合量爲 8, 試推算鐵之化合量. 鐵之比熱, 譬如作 0.119, 試計算鐵之原子量. 計算此種鐵氧化物之分子式.

實驗 36.

氨——製法及性質

器具：大試管(20×2.5 厘米)裝一單孔塞；鐵環臺附環及夾；本生燈；3 廣口瓶；玻璃蓋片；集氣槽；玻璃管。

物料：消石灰；氯化銨；石蕊紙；蠟燭；濃鹽酸。

緒引——含氮之有機化合物與石灰共熱時，即起分解，其產物之一為氨。氨為習見之氣體，為家用清淨劑所謂“氨水”之特具。惟如是生成之氨，每與多量他種物質相混，皆係有機化合物分解時所生成者。煤於密閉器內加熱後，令其氣體產物通過水中，水即溶解氨氣。此種氨溶液與硫酸相混，當生成硫酸銨，由結晶而析出。在實驗室內，自任何銨鹽，如硫酸銨 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 或鹵砂 (NH_4Cl) 等，與任何鹼類共熱，即易製得氨。因石灰 $(\text{Ca}(\text{OH})_2)$ 為最廉之鹼，故一般均用此物。氨氣既輕於空氣，故可於倒立之瓶中取代空氣而集得之。

指導——a. 製法。於紙上將消石灰 $(\text{Ca}(\text{OH})_2)$ 二分與氯化銨 (NH_4Cl) 一分相混和。將此混合物置大試管中，試管上裝有一導管，如第 65 圖。管中盛物勿過半。將管夾持，稍向下傾斜，俾如有凝結之水氣可勿回入，致管炸裂。

將混合物極緩和溫熱之，先自近管口之部，漸延熱至他部，惟

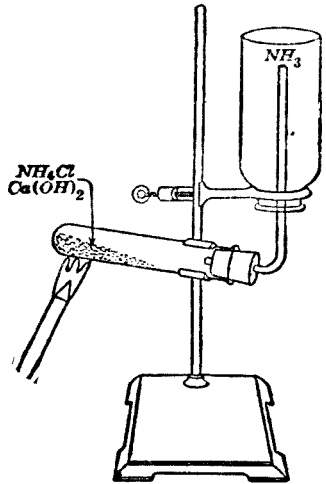
燈焰須保持不絕移動。俟覺察有氨之臭證明有該氣體自瓶內逸出。即將瓶舉起，而以玻片蓋瓶口。以口向下放置一旁。如是集取氣體三瓶。

b. 性質 將口向下之一瓶氣體，置入水盆（集氣槽）內。取去玻片，而將瓶稍稍搖盪。視其起何變化？再蓋以玻片，而將瓶連內容物取出。用石蕊紙檢驗液體。氨於水之作用若何？試作方程式。

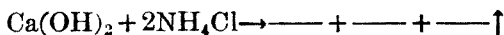
於一溫熱而乾燥之瓶中，注入二三滴濃鹽酸。用玻片蓋瓶上，而倒置於蓋好之氨氣瓶上。使二瓶之口互相對準，隨即同時取去二玻片。其中生成之白色固體，為氯化銨（ NH_4Cl ）。試作此反應之方程式。

取一點着之燭火伸入倒立一瓶氣體中。氣體燃燒否？此氣體能維持蠟燭之燃燒否？以點着之燭火臨於自發生器之出口管逸出之氣體。視其氣體 (1) 有燭火時，(2) 取去燭火後，燃燒否？

c. 結果。將在本實驗中所察見氨之性質列成一表。完成其製造之方程式：



第 65 圖 製造氨及取代空氣



某種物質之是否爲銨鹽，如何證明之？

隨意實驗——試究氨之他種來源，將明膠與鹼石灰（氫氧化鈉與氫氧化鈣）之混合物，置試管內緩和溫熱之。各物用量相等而極少。注意所生氣體之臭，並其對於潮濕石蕊紙之作用。

• 嗅硝酸銨及消石灰之臭。於是將此二物，置手掌內揉捏之。注意其臭，及潮濕石蕊紙置於混合物上所受之影響。

於試管內，將氫氧化鈉與硝酸銨之混合物加熱。以玻璃棒蘸一滴濃鹽酸，檢驗氨。

實 驗 37.

家 用 氨 之 分 析

器具：10 耗之吸量管；小燒杯；鐵環壺及夾；滴定管。

物料：家用氨一瓶；甲基橙溶液；規定鹽酸溶液。

緒引——家用氨之價值，視所含鹽基（ NH_4OH ）之量而定。往往有數種牌子之貨物，含量僅及他種之十分之一，而零售價目仍同。一般使用者，無法察出其差別，即售賣人如藥房等亦往往不辨其所發售之牌子濃度若何。然習化學者，如欲量測家用氨試樣之濃度，則殊易易，藉已知濃度之酸以滴定可也。是則第一步，應複習鹽基與酸由滴定法中和之實驗（實驗 22）。

指導——取自家中或購自藥房至少須有 100 耗之家用氨取 10 耗之吸量管（第 13 圖），用氨溶液洗過（撤去洗液）。按照

第7頁所述之方法，小心用吸量管量取 10 耗之家用氨。將量得之 10 耗氨液，流入清潔燒杯中，而加蒸餾水約 20 耗。於此混合物內加入甲基橙溶液二三滴。此種指示劑遇酸轉紅，遇鹽基則轉黃。

於滴定管內裝入規定鹽酸溶液。滴定管亦應先以所用之溶液少許小心洗過。盛液後，應視其尖端處是否亦滿裝該液。讀記酸溶液之面（須在滴定管之刻度部分）。於是將燒杯下襯白紙一頁，置滴定管之正下方。然後令酸徐徐注入氨液中，同時不絕攪拌，至顏色之變化，表示已加入足量之酸而止。事實上，在此種初步之試驗，所用酸量，必屬過多無疑。惟記其確實取用之酸量即可。

第二次試驗時，可令酸液先急速注下，至所用之量已與第一次試驗用量少 2 耗時為止。於是再極緩進行注入，至一滴之加入足以變指示劑之顏色。作數次試驗，俟三次連續之試驗，結果相差不出 0.5 耗為止。就此中和 10 耗家用氨所用規定鹽酸溶液體積之三種一致之值，求其平均數。

結果——推算中和 1 耗氨溶液所需規定酸之體積。此體積，亦即因數，表氨溶液之規定度之倍數。設此體積小於一，即該氨溶液之規定度為分數。規定之氨溶液，應為每耗含氨 17 克，或即約含氨 1.7%。故氨溶液之規定度與 1.7 之乘積，即為家用氨

中氮之百分率。

將所得數據及結果表列，並列明每步之推算。

隨意實驗——購買者之前提，即為所付代價應得若干氮？欲答此問，不僅須知溶液之濃度，並須知容器（瓶）之體積及其價值。購買牌子不同之二瓶氮，而測定每種之濃度及瓶之體積，分別計算費銀一元所得氮之量（克）。

實 驗 38.

硝 酸

器具：有口曲頸甌（250 錢）；三腳架；本生燈；石棉網；鐵環壺及夾；大試管；集氣槽；漏斗；試管。

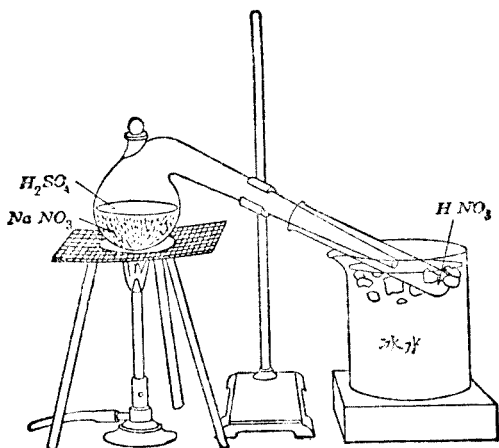
物料：硝酸鈉；濃硫酸；上等鉍屑；白毛絨線；濃氫氧化鈹；銅片屑；鋅；硫酸亞鐵溶液，新製飽和。

[注意] 硝酸腐蝕力極強。慎勿沾滴於皮膚或衣服上。

緒引——硝酸之沸點遠低於硫酸，故可由一種硝酸鹽與硫酸間起複分解而製得之。其混合物理應加熱至適當之熱度，俾硝酸隨時生成隨時通出。但硝酸被熱，甚易分解，故又勢須在足致生成之最低溫度時製之。硝酸腐蝕力既甚強，故其製取應在全屬玻璃之器具內為之。

製法——取硝酸鈉（或硝酸鉀）約 30 克，置紙上，將紙摺疊，俾可令固體經短管口送入曲頸甌內。將甌安放在石棉心之銅網上，銅網則擱於三腳架。甌頸用夾夾住，其位置（第 66 圖）適合頸端得伸入一部分浸於冷水內之大試管或小燒瓶中。將濃硫酸

20 克從漏斗注入瓶內硝酸鹽上，於是小心取去漏斗，勿令剩有餘滴之酸。在此短管口，再塞以玻璃塞。



第 66 圖 用有口曲頸瓶製硝酸

當硫酸浸漬全部之硝酸鹽結晶時，即開始緩熱曲頸瓶。在儘低之溫度時蒸餾之，至不復有硝酸凝結於瓶頸為止。

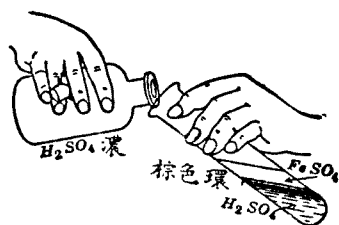
令瓶在原位置冷卻。其餘滓為硫酸氫鈉（或鉀）($NaHSO_4$) 可用溫水溶出之。 試作硝酸製造之方程式。

性質——上述製成之硝酸為 100% 純粹，取動時應十分注意。取此酸 2 克注入試管中，而放入鬆散之鉍屑一小撮，應使其放在酸液上方約一寸之處。試管以試管夾夾而持之，於是將酸猛烈煮沸，至其蒸氣到達鉍屑處。此時將管移動，俾加熱鉍屑數秒鐘。 此實驗如何例證硝酸之氧化作用？

注 2 耗酸於試管內白毛絨線上，洗以水，於是加以氫氧化銨。此種先經硝酸，繼經氫氧化銨之作用，可作為所謂蛋白質之含氮物質之一種檢驗法。

注 2 耗酸於試管內小片之銅上。此一作用為硝酸之特性。用鋅代銅，再作此實驗。試將硝酸對於此二金屬之作用，與鹽酸及硫酸分別比較之。

硝酸根 (NO_3^-) 離子之檢驗——此一檢驗，至為銳敏，故其方法之進行，務須謹慎為之。於一試管內注入硫酸亞鐵 (FeSO_4)



第 67 圖

用硫酸亞鐵溶液檢驗硝酸根離子

溶液約 3 耗。加以稀硝酸 2 滴，而將試管搖盪之。握持試管成傾斜位置，沿管邊徐徐注入濃硫酸 2 耗 (第 67 圖)。較重之酸當沈於管下，而在他二溶液之混合物下自成一離立之液層。記兩

液層相接處之環而顏色。用極少量之硝酸鈉溶於 2 耗水以代稀硝酸而再作此實驗。

綜談硝酸之性質。

隨意實驗——將稀硝酸 (1 至 10) 及濃硝酸對於銅，鎂，錳之作用，研究而比較之。

實 驗 39.

一氧化氮及二氧化氮

器具：廣口瓶附有雙孔塞，長頸漏斗；集氣槽，3 廣口瓶及玻璃片；燃燒匙；大試管附雙孔塞 滴液管；玻璃管。

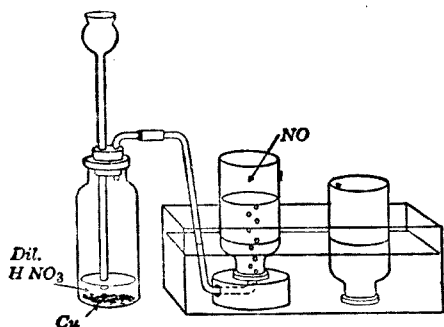
物料：銅片屑；濃硝酸；蠟燭；石棉紙；紅燭；過氧化鈉。

緒引——氮能成五種氧化物。但其重要性為今此所需加以論究者僅有三種，即一氧化氮 (NO)，二氧化氮 (NO_2) 及氧化二氮 (N_2O)。硝酸對於金屬之作用，較其他普通酸類之作用為複雜，如鹽酸及硫酸，前均已討論之。此乃由於硝酸既為一種酸類，同時又為一種氧化劑也。設令稀硝酸與金屬銅起反應，金屬大概先取代氫，如他種酸類然。惟此項氫立即為硝酸中所放出之氧所氧化而成水，故其最後結果，燒瓶中得硝酸銅 ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$) 及水，而所產生之氣體為一氧化氮。此氣露空氣內易變成二氧化氮，於下述實驗內當可見之。

製法——取銅片若干 (約 10 克) 置發生瓶內，塞以雙孔塞，塞內插一長頸漏斗及一導管，如第 68 圖。豫備於水上集氣三瓶，發生瓶內注入充分之水，俾浸沒銅片及長頸漏斗之末端，於是加入濃硝酸約水量之半。作用初時或略緩，必要時，隨時可加入少量之濃硝酸。設作用甚猛烈，則加冷水。

俟發生瓶內之空氣驅盡，裝氣二瓶，即一氧化氮 (NO)，第三

瓶盛裝及半。留置集氣槽中，以備後用。

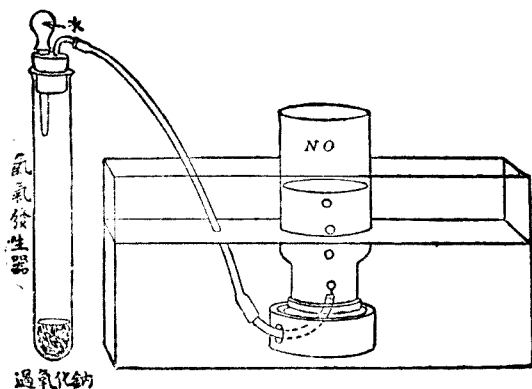


第 68 圖 製一氧化氮

在作用開始時及其後視發生瓶內氣體之色，並視瓶中餘留液體之色。此色為二價銅離子 (Cu^{++}) 所特具。

性質——令一瓶一氧化氮逸入空氣中。當見有何起化學變化之證據？

第二瓶氣體，以玻片蓋好，而向上置於桌上。將點着之燭火



第 69 圖 發生氧氣而令導入一氧化氮中

伸入氣體中，立即抽出而重新蓋好。於燃燒匙內襯以石棉紙而

置少許紅磷於紙內。將磷燃點，當其猛燃時伸入同一瓶內。一氧化氮能助蠟燭及磷之燃燒否？

欲研究氧氣對於一氧化氮之效應，可裝置一小型之氧氣發生器，如第 69 圖。於大試管內，置過氧化鈉 (Na_2O_2) 約 2 坩，而於滴液管內盛滿水。將導管浸於水槽內，而令水隔時滴少許於過氧化鈉上。當試管內空氣驅盡後，令氧徐徐升入盛一氧化氮僅及半之瓶內。視顏色之變化。氣體之體積有無變化？如有，係向何方？將其結果與令空氣於一氧化氮相混時所得之結果互相比較。一氧化氮與空氣中之何氣體化合而成棕色？此棕色之氣體即為二氧化氮 (NO_2)。

綜跋一氧化氮及二氧化氮之性質，列成平行之二縱行。

隨意實驗——自發生瓶中所餘液體中取得結晶，而察其受熱之作用。鑑定所產生之物質。

實 驗 40.

氧 化 二 氮

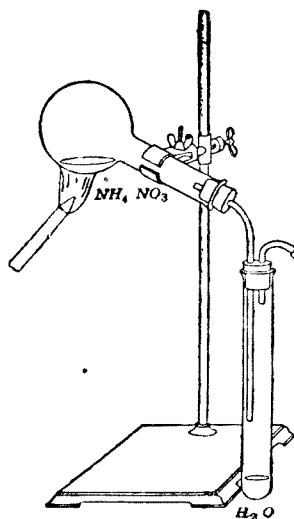
器具：小燒瓶附單孔塞；大試管附雙孔塞；鐵環臺及夾；集氣槽；4 廣口瓶及玻片；試管附單孔塞；玻管。

物料：硝酸銨；木片；銅皮屑；濃硝酸；無水碳酸銅。

緒引——牙醫生用作麻醉劑之氣體，即氧化二氮 (N_2O)。實驗室內由硝酸銨 (NH_4NO_3) 加熱而製之，頗為簡便。此物分解

成水及氧化二氮。一切氮化合物均不穩定，作此實驗尤須特別注意，慎勿令作用進行帶爆炸性之猛烈。

製法——將器具裝置如第 70 圖。燒瓶內置硝酸銨 (NH_4NO_3) 約 20 克，夾住於鐵台上，瓶頸微向下傾斜。硝酸銨加



熱，即分解成水及一種氣體即氧化二氮 (N_2O)。故將凝汽瓣嵌入導管內。集氣時瓶內及槽內最好均用溫水。

熱度務必謹慎調節，否則

第 70 圖 發生氧化二氮

或起爆炸。故此實驗宜由二人合作，一人完全留意於加熱燒瓶，力求其緩和而持續。

緩和加熱硝酸鹽，至其熔融，而驅出多量之結晶水而止。燈焰宜常保其搖移，以於一處過量，易致債事也。

[注意] 加熱時燒瓶內如見有棕色煙，應立即令燒瓶冷卻少時。

初時所得全瓶之氣體，可聽其逸去，以其大部為來自燒瓶及試管內之空氣也。集氣體三瓶半，於是先將導管自水內取出，而後停止加熱。

於大試管內加少許無水硫酸銅，以鑑定其中之液體。完成其方程式：



性質——試述此氣體之色及臭。

以少許冷水傾入一瓶氣體中，而以手掌緊按瓶口。猛烈搖盪瓶內之物。由此實驗可知此氣體於冷水中之溶解度為若何？

取燃着之木片，伸入另一瓶氣體中。前已見其他何種氣體亦具同樣之性狀？

置銅片數枚於試管內，管上裝有塞及導管，以製少量一氧化氮。銅浸以水，加入等體積之濃硝酸，立即塞好。令一氧化氮氣泡散入水中，至試管發生器內之有色氣不見為止。於是將導管之末端，放入半盛氧化二氮之瓶中。

氧化二氮對於一氧化氮之反應，是否與實驗 39 中所見於氧者相同？

問題——1) 集取氧化二氮，何以在溫水上較佳？ (2) 何以氧化二氮能助木片之燃燒，而一氧化氮則不然。 (3) 一氧化氮與氧化二氮間如何區別之？氧化二氮與氧之間如何區別之？

隨意實驗——試研究 (1) 硫之尋常平和燃燒及 (b) 硫在氧化二氮中猛烈燃燒之作用。 硫燃於氧化二氮中所生硫之化合物，與其燃於空氣中所生者是否相同？所作答，試舉述其理由。

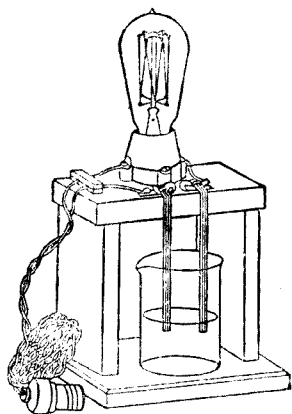
實驗 41.

物質於溶液中之導電度

器具： 導電度測定器如下所述 (第 71 圖)；來自燈絲或電池之電流。

物料： 鹽酸，氯化鈉，氫氧化鈉，酒精，糖，醋酸，及氫氧化銨等物之溶液。

緒引——如實驗室內裝有電燈 (110 伏特) 懸於桌上，則祇須將燈泡除去，而插入連有花線之插頭。將導電度測定器 (第 71 圖) 之電極與電燈的燈套相串聯。再以燈泡 (25—40 瓦) 旋入導電度測定器上之燈套內，而以刀片作短路連接兩極以驗全器之電路。此時燈應明亮；實際燈光之明亮即可約略量計短路物質之導電度。凡檢驗任何溶液之導電度之前，應先用蒸餾水洗滌電極，至其浸於蒸餾水內 10 秒鐘或更久，燈絲上不生光亮為止。



第 71 圖 檢驗溶液之導電度

[註] 如不能利用電燈線路，可用 4 個乾電池或一具 6 伏特蓄電池，附有 6 伏特之小燈泡，作為指示燈。

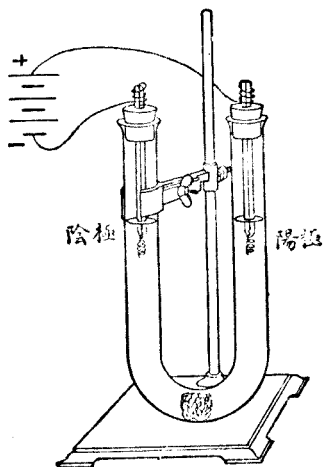
電解質及非電解質——裝置導電度測定器及更換溶液時，應將器上燈套內之燈泡旋鬆，在未將各部均連接以前，勿使旋下令其接觸。檢驗下列諸溶液之導電度：(1) 稀鹽酸(1:4)；(2) 氯化鈉(10%)；(3) 氫氧化鈉(10%)；(4) 酒精(10%)；(5) 糖(10%)；(6) 蒸餾水。

將上列所用諸物質按其導電度類分之。

酸類之比較導電度——製備分子濃度相同之鹽酸及醋酸溶液；例如五分之一規定(0.2N)。試就燈光之明亮程度以比較此等酸溶液之導電度。兩種酸液內

何以電極須浸至同樣之深度？何種酸離子化較為完全？

鹽基類之比較導電度——製備分子濃度相同之氫氧化鈉及氫氧化銨之溶液；例如五分之一規定(0.2N)。試就燈光之明亮程度，以比較此等鹽基溶液之比較導電度。各溶液內電極是否浸至同等深度？何種鹽基離子化較為完全？



第 72 圖 鹽溶液之電解

酸類及鹽基類之離子——一切酸類所共有之離子為何？鹽酸之他—離子為何？醋酸為何？

一切鹽基類所共有之離子爲何？氫氧化鈉之他離子爲何？

氫氧化鈉爲何？

用於酸類及鹽基類之“強”及“弱”二名詞，其意爲何？

隨意實驗——試例證一種鹽溶液之電解，可先於 U 形管之底部塞以脫脂棉，以阻滯液體之急速彌散。於是在 U 形管中盛硫酸鈉 (Na_2SO_4) 溶液 (約 15%) 幾滿，該液先用中性石蕊質溶液着色。將該管以向上位置夾住，而於兩臂中各放入一鉑電極，適使浸入溶液內 (第 72 圖)。電極用鉑葉，或鉑絲之螺圈均可。令自數個乾電池或一個蓄電池所來之電流，流過溶液，至兩極處之石蕊溶液之色有確切之變化爲止 (參見實用化學 § 11)。

陰極處放出何種氣體？陽極處放出何種氣體？電極處顏色之變遷將如何解釋之？試作此中所包括之各種化學變化之方程式。

尙有一有興趣之實驗卽爲硫酸銅溶液之電解。

實 驗 42.

可 溶 性 鹽 之 製 法

器具：試管及架；三腳架及石棉網；蒸發皿；本生燈；漏斗；攪棒。

物料：稀鹽酸，硝酸及硫酸；鋅；氧化鎂；碳酸鈉；氫氧化鈉及氫氧化鉀之稀溶液；石蕊紙；濾紙。

金屬與酸——普通金屬如鋅 (Zn)，鐵 (Fe)，鎂 (Mg)，銅 (Cu) 等之可溶性鹽 (見附錄溶解度表) 多數可由取代普通酸類中之氫原子而製成。如氯化鋅 (ZnCl_2)，硫酸鎂 (MgSO_4)，硝酸銅 ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$) 及硫酸鐵 (FeSO_4) 等鹽類，皆可如是製得之。

於 5 毫之稀鹽酸中加入鋅，至不復起作用爲止。濾過，蒸發

其濾液殆乾，而冷卻之。殘滓爲何物？試作方程式。

金屬氧化物與酸——將氧化鎂 (MgO) 約 5 克溶解於稀硫酸中，必要時加以濾過；於是將清液蒸發至成少量而冷卻之。殘滓爲何物？試作方程式。

碳酸鹽與酸——取碳酸鈉 (Na_2CO_3) 之溶液 10 耗熱至沸點，加入稀鹽酸，至不再湍泡爲止。將結果所得之溶液蒸乾。殘滓爲何物？試作方程式。

試以鹽酸對於固體碳酸鈉之作用，將鹽酸對於碳酸鹽之作用與硫酸對於氯化物之作用比較之。

鹽基與酸中和——氯化鈉 ($NaCl$) 前已 (實驗 21) 由鹽酸中和氫氧化鈉 ($NaOH$) 而製成之。同法，可製得氯化鉀 (KCl)，硫酸鈉 (Na_2SO_4)，硫酸鉀 (K_2SO_4)，硝酸鈉 ($NaNO_3$) 及硝酸鉀 (KNO_3)。

試由一種適當之鹽基與酸中和以製此等鹽類之一。將鹽溶液蒸發殆乾而檢視其殘滓。作方程式。

實 驗 43.

不可溶性鹽類之製法——各種方式之反應

器具： 試管及架；小燒杯；石棉網；本生燈；三腳架。

物料： 硝酸鉛及醋酸鉛之溶液；氧化鉛（密陀僧）及碳酸鉛；氯化鈉溶液；稀鹽酸。

製造不可溶性之鹽類，方法繁多，可以下列製造氯化鉛 (PbCl_2) 之方法為例：

a. **鹽與酸** 於試管內加熱 20 毫之硝酸鉛 ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) 溶液至沸騰，而加入稀鹽酸 5 毫。放冷。其沈澱為何物？作方程式。

b. **鹽與鹽** 加熱 20 毫之醋酸鉛 ($\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$) 溶液而加入氯化鈉溶液 5 毫。放冷。其沈澱為何物？作方程式。

c. **氧化物與酸** 於燒杯內，以氧化鉛 (PbO) 1 克溶於沸騰之稀鹽酸中，而加入沸水 50 毫。將清液傾瀉出，而放置一旁。其沉澱為何物？作方程式。

d. **鹽與酸** 溶解碳酸鉛 (PbCO_3) 1 克於沸騰之鹽酸而進行如上 (c) 部。

反應之方式——化學變化可類分為 (1) 直接化合，(2) 直接分解，(3) 單取代，(4) 複分解。第二類 (複分解) 更可按其產物：(a) 一種產物為不可溶，(b) 一種產物為揮發性 (c) 一種產物為不甚離子化，而分成三種方式。試將本實驗及前一實驗內諸化學反應類分之。

隨意實驗——設計硫酸鋇 (BaSO_4)，硫酸鈣 (CaSO_4)，硫酸鉛 (PbSO_4)，氯化銀 (AgCl)，碘化鉛 (PbI_2) 諸物之製法。儘時間所許，以所有種種方法製此等鹽類之一，而將製品繳核。再查此鹽在工業上如何製之及何故如是製之。

實 驗 44.

碳酸鈉及酸性碳酸鈉

器具： 試管；單孔塞裝於試管上；鐵環臺及夾；本生燈；燒杯；三腳架及石棉網；玻璃管；角盤天平及法碼。

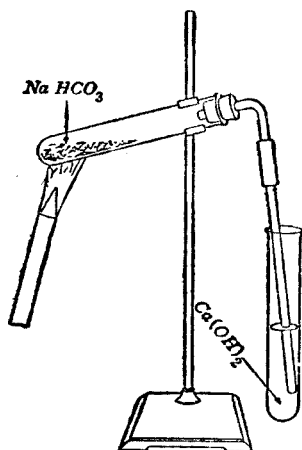
物料： 酸性碳酸鈉（焙用碱）；石灰水；酸性酒石酸鉀（酒石英）。

酸性碳酸鹽加熱之效果——取酸性碳酸鈉 (NaHCO_3) 約 2—3 克置試管中，而令其口稍向上傾斜以夾住之。裝設導管，令其導入含有石灰水 (Ca(OH)_2) 之試管內（第 73 圖）。

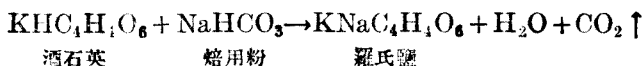
將酸性碳酸鈉以小燈焰緩和溫熱，慎勿使試管熱至足令火焰呈黃色。

放出何種氣體？ 試管冷卻部分集有何物？取留於管中之殘滓一部分加以一種酸。結果如何？殘滓為何物？試作熱對於酸性碳酸鈉之作用之方程式。比較酸性碳酸鹽及殘滓之味。

焙用粉——稱取酸性酒石酸鉀 ($\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$) 3 克。試就下方程式，計算應需酸性碳酸鈉之量：



第 73 圖 加熱酸性碳酸鈉而導其氣入石灰水中



稱取此量之酸性碳酸鈉，而以此兩種鹽於紙上混和均勻。

將混合物之半置燒杯中，杯內盛冷水及半，他一半則置另一半盛熱水之燒杯中。此時逸出之氣體爲何？冷水及熱水對於此混合物之作用，其間之差別若何？化學反應內何以必需水？

隨意實驗——酸性碳酸鈉可按照索爾未法製之。取碳酸鉍粉 10 克溶於 100 耗之氫氧化鉍之冷濃溶液中。將混合液搖盪，俾得一溶液，於是加粉碎之氯化鈉於液中而猛烈搖盪之，令其爲所飽和。

將清液傾入瓶中，而徐徐通入洗過之二氧化碳氣流，至產生多量之酸性碳酸鈉沈澱爲止。濾過，於濾紙間壓擠乾燥之。

碳酸鉀昔時由木灰濾洗而製得，即將水徐徐溜過灰層。試作此實驗，而證明濾汁中含有碳酸鉀。

實 驗 45.

焙 用 粉 之 分 析

器具：試管及架；本生燈；蒸發皿；漏斗；燒杯（小）；攪棒；鐵環架及石棉網。

物料：焙用粉試料（2 湯匙）；碘溶液；氯化鉍溶液；稀鹽酸；濃硫酸；濃硝酸；鉍酸鉍溶液；氫氧化鈉溶液；濾紙。

緒引——酸性碳酸鈉爲一切焙用粉之主成分。將如何證明其存在？其他必需之成分，爲數種固體物質，具弱酸性，如酒石酸、酸性磷酸鈣或明礬等。常加有少量之澱粉或麵粉，俾保持混合物之乾燒。焙用粉之種類隨所存酸性藥劑之種類而不同。有數

種粉存有此種成酸成分二種或竟全有三種之混合物。

指導——a. 於燒杯內置焙用粉約 10 克，而加入水約 50 耗。將混合物盡量攪和，至所有氣體盡行放出為止。於是濾過而檢驗其濾液及濾滓，視其有無各種成分如下：

b. 澱粉。澱粉存於濾液中抑存於濾滓中？用碘溶液一滴以檢驗澱粉，如實驗 63。

c. 硫酸鹽。尋常之明礬，為硫酸鋁與硫酸鉀之重鹽 ($K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3, 24H_2O$)。鉍明礬亦為硫酸鉍與硫酸鋁之重鹽 ($(NH_4)_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3, 24H_2O$)。如是，當知設焙用粉內含有明礬，則其濾液中當含有硫酸鹽。用氯化鉍溶液及稀鹽酸檢驗濾液如實驗 28。

d. 酒石酸鹽。將 (a) 中所得之濾液約 5 耗，傾入蒸發皿中而加濃硫酸 5 滴。於小燈焰上蒸發至乾，其發焦，及帶燒糖之臭，即示有酒石酸鹽存在。

e. 磷酸鹽。設焙用粉內含有酸性磷酸鈣，則當見於 (a) 中所得之濾液內。欲檢驗磷酸鹽，可取濾液數耗，以硝酸數滴，使成酸性。將混合物溫熱，而加入鉬酸鉍 ($(NH_4)_2MoO_4$) 溶液數滴至 5 耗。放置一旁。亮黃色之沉澱即示有磷酸鹽也。

f. 鉍鹽。設焙用粉內含有鉍明礬，則可將濾液 5 耗傾入試管內，而加以同體積之氫氧化鈉溶液，以檢出之。如加熱至沸

騰，即放出氨氣。

g. 鈣及鋁。因含有硫酸鹽之焙用粉每含有鋁，而含有磷酸鹽者每含有鈣，故此處不必再作此等金屬之特種檢驗。

結果——作化學分析之報告時，試述試料從何取得，製造者姓名牌子名稱，檢驗何物，如何檢驗，及所見存在者爲何物。

隨意實驗——推算按下列製方製造之酒石酸鹽之成本：酸性碳酸鈉 1 磅，酒石英 1 磅，玉蜀黍澱粉 1 磅。用藥品目錄上之價目。自製焙用粉以供家用，是否合算？何以此物須保存於不透氣之貯器內？

考查他種焙用粉之製方，而推算其成分之價值。

實 驗 46.

鹽 類 之 水 解

器具： 試管及架；攪棒。

物料： 石蕊紙（紅及藍）；硫酸銅，硫酸鋁，三氧化鐵，氯化鈉，硝酸鉀，碳酸鈉及碳酸鉀。

緒引——鹽類之溶液，以石蕊紙檢驗時，非盡作中性反應者。此乃由於水本身亦起極微之離解成 H^+ 及 OH^- 。水之離子對於溶解鹽類之作用，稱爲加水分解簡稱水解。鹽之離子與水之離子相結合而生弱鹽基之非離解分子時，即遊離出當量之氫離子 (H^+)，而溶液對於石蕊質即呈酸性反應。鹽類之離子與水之離子相結合而生弱酸之非離解分子時，即遊離出當量之氫氧根離子 (OH^-)，而溶液對於石蕊質呈鹽基性反應。

[註] 記住藍色石蕊質之轉紅,即示有 H^+ , 紅色石蕊質之轉藍示有 OH^- .

指導——用石蕊質檢驗鹽溶液. 將下列各物質,每種約 0.5 克,分別溶解於各個試管內 10 毫之蒸餾水中. 硫酸銅 ($CuSO_4$), 氯化鈉 ($NaCl$), 碳酸鈉 (Na_2CO_3), 硫酸鋁 ($Al_2(SO_4)_3$), 三氯化鐵 ($FeCl_3$), 硝酸鉀 (KNO_3), 及碳酸鉀 (K_2CO_3).

用石蕊試紙檢驗每種溶液,即用清淨之玻棒蘸每種溶液一小滴,滴於紙上即可.

結果——將此等溶液分爲三類: (1) 呈酸性反應者, (2) 呈鹽基性反應者, (3) 呈中性反應者. 每類舉一例而以離子說解釋溶液對於石蕊質之反應. 試作方程式以解明第 1 及 2 類中之加水分解.

實 驗 47.

焰 色 檢 驗

器具: 本生燈; 鉑絲 (鐵或鎳鉻) 鑲於玻璃短棒內; 試管; 鉛玻璃 (二三片).

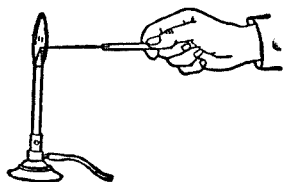
物料: 濃鹽酸; 鈉, 鉀, 銦, 鈣, 錒, 鋇之氯化物; 未知物.

導引——有數種金屬, 無論其存在何種鹽類, 以其於本生焰各能賦與特殊之顏色, 故甚易檢出之. 此事可供作此等金屬之一種簡便定性檢驗法, 往往甚爲銳敏. 試一究鈉, 鉀, 銦, 鈣, 錒, 鋇之化合物. 用鉑絲一支, 一端稍帶鉤形彎曲, 而他端則熔入短玻

管或玻棒內。(此處可以鎳鉻絲代用，一端纏於火柴梗上，作為把柄。)

將鉑絲端持臨本生焰中。如火焰因而着色，即將絲浸入試管內少許之濃鹽酸中，而再持臨本生焰中。如此反覆數次，至金

屬絲不使火焰着色而止。



第 74 圖 鈉等之焰色檢驗

指導——a. 鈉. 加熱清淨之金屬絲，而立即蘸氯化鈉之微小粒子。將黏附粒子之絲持臨燈焰之外層藍色層下之部內(第 74 圖)，而視火焰所呈之

顏色。經過兩層厚之藍色(鈷)玻璃，以察視鈉焰。何種光色為藍色玻璃所吸收，因而不能見之？將絲置火焰中，至其顏色近於消失為止；於是再如前浸入鹽酸以洗淨之。

b 鉀. 迨金屬絲十分清淨，即加熱而蘸一撮之氯化鉀。記其給與火焰之顏色。取二層厚之藍色玻璃，置火焰與目之間，而視何種顏色為所吸收。

取少許氯化鈉及氯化鉀，混合均勻，而以熱絲蘸入混合物內。記其給與火焰之顏色。何以不能並見兩種特殊之色？今再經藍色玻璃察視混合物之焰色。如是可認知何種金屬？

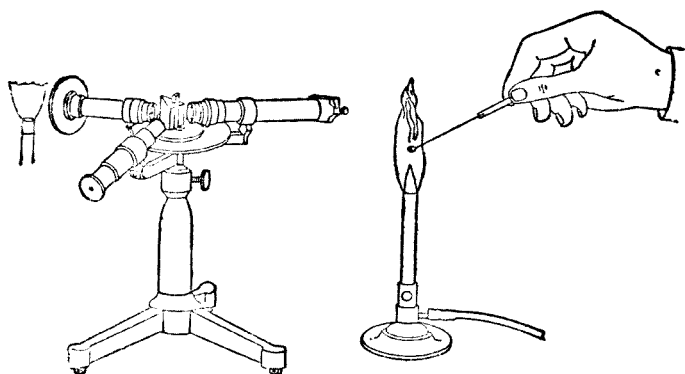
c. 鋰，鈣，鋇，銀. 迨金屬絲再完全清淨而不使火焰着色後，

即蘸入少許之氯化鋰內，而持臨火焰內。視其特殊之顏色。

用其次三種金屬 (Ca, Sr, Ba) 之氯化物，重作上實驗，而表列所得之結果：

物 質	式	焰 色	備 註

d. 未知物之檢驗。向教師領取一種未知物，裝於編號之信封內。此物含上列六種金屬之一種二種鹽類。記所領得之未知物號數而鑑定之。



第 75 圖 光譜分析用分光儀

隨意實驗——如備有分光儀 (第 75 圖)，試研究此等金屬之光譜，而將所得之結果，與光譜圖 (實用化學第 278 頁對面) 所示之色及線條比較之。

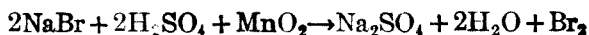
實驗 48.

溴——製法及性質

器具：鐵環臺及夾；試管及架；單孔塞裝試管上；廣口瓶；本生燈；玻管。

物料：溴化鉀（或鈉）；二氧化錳；濃硫酸；二硫化碳；氯水（用氣體飽和水）。

緒引——溴及碘屬於鹵素族，故與氯多相同之處，氯之化學變化，前已論之（實驗 18）。溴之製法與氯頗多相同。在實驗室用二氧化錳，溴化鈉，及硫酸之混合物。其方程式與製氯者相仿：



然溴為一種液體，具窒悶之臭。實際溴之為名，即寓有臭之意義。以其侵擊鼻喉等視氯更烈，且能刺戟眼睛灼傷皮膚，故在實驗室內取移溴時，應加極端之注意。宜常用換氣壁櫥。至於碘，則為固體，其製法一如溴及氯，將二氧化錳及碘化鈉於硫酸溶液中之混合物共溫熱即得。碘極易揮發，其蒸氣冷卻時直接結成固體不生成液體。此項作用稱為昇華，實驗 49 中製碘時當應用之。

製法——於試管上配一木塞而鑽一孔。插入導管，而裝置如第 76 圖。於紙上將溴化鉀（或鈉）結晶 1 耗與二倍量之二氧化錳相混和，而置此混合物於試管中。於另一試管內盛 1 耗之

水，加入濃硫酸約 2 耗，而冷卻之。於是將此酸液傾入溴化鉀與二氧化錳之混合物內。次即塞以連有導管之塞，導管伸入立於冷水中之空試管內。

將混合物極緩和加熱之。其熱力勿使黑色液體因沸騰而衝過導管。當所有紅色蒸氣驅盡之後，即停止加熱。

性質——注意溴蒸氣之色及臭（謹慎！）及液體溴之色。

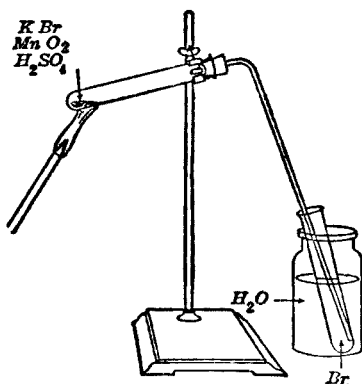
於盛有溴之試管內，加水約及全管三分之二。將混合物放置一旁。

溴較水為重抑輕？可溶於水否？

將上述製成之“溴水”約 3 耗，傾入一試管內，而加入不到 1 耗之二硫化碳。用大拇指按住管口，而將管內物猛烈搖盪之。二硫化碳大部沈下管底。比較二硫化物與水之色，並比較溴於此二液體內之相對溶解度。

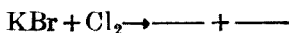
溴化物之檢驗——取溴化鉀（或鈉）之小結晶一顆溶解於約 5 耗之水中。注視溶液之色。加入二硫化碳 2 耗而搖盪混合物。二硫化碳何以不為溴所着色？

今再加新製之氯水數滴，而猛烈搖盪內容物。令混合物沉



第 76 圖 溴之製造

降。何物質爲氯所遊離？完成下方程式：



綜核溴之性質：色，臭，蒸氣之密度（與空氣比較），液體之密度（與水比較），於水及二硫化碳中之相對溶解度，及其與氯之比較活潑性。

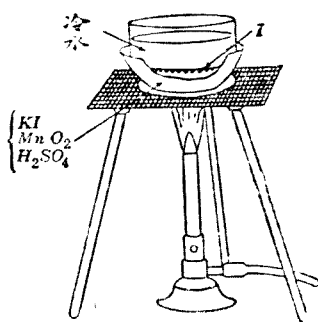
實驗 49.

碘——製法及性質

器具：試管及架；本生燈；蒸發皿；三腳架；結晶皿；石棉網；研鉢及杵。

物料：碘化鉀；二氧化錳；濃硫酸；酒精；碘化鉀溶液；二硫化碳；氯水；溴水；一硫代硫酸鈉溶液。

製法——於蒸發皿內傾入水，約 3 耗，而加約二倍體積之濃硫酸。取碘化鉀之結晶數顆（約 2 克）與二倍多之二氧化錳共研碎，而將研和物加入酸中。置蒸發皿於三腳架之石棉網上，而以半盛冷水之結晶皿攔置其上，俾碘蒸發適可凝結於冷皿底部（第 77 圖）。



第 77 圖 碘之製造

用極小之燈焰溫熱蒸發皿 如有碘蒸氣（紫色）逸出，可降

低熱度，而再添加冷水於結晶皿內。 碘蒸氣於冷皿底部凝結成固體（即昇華）。 將碘之結晶剝下受於紙上。

性質——溶劑。 將碘結晶一顆，與水數耗共搖盪，試令其溶解。 碘是否絕不溶於水？

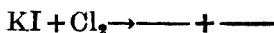
於含有水及碘之試管內，加入等體積之二硫化碳，而將混合物搖盪之。 試比較碘於水中及於二氧化硫中之溶解度。

再試碘於乙醇中之溶解度；又於碘化鉀及一硫代硫酸鈉（大蘇打）之溶液中之溶解度。 試將碘於此數種溶劑中之溶解度及溶液之色，表列如下：

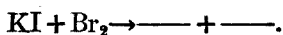
溶 劑	溶液之色	溶 解 度
水 二硫化碳等		極大，稍稍，或微微

碘之取代作用——將碘化鉀之結晶一小顆溶於約5耗之水中，而後加二硫化碳數耗。 搖盪混合物。 液體何以不為碘所着色？

加入數滴之氯水，而猛搖液體。 隨混合物放置。 有何物質為氯所遊離？ 完成下方程式：



於另一份碘化鉀溶液內，加溴水及二硫化碳。 將混合物搖盪後隨其沈降。 有何物質為溴所遊離？ 完成下方程式：



假定較活潑之元素取代較不活潑之元素，則此等鹵素中何者爲最活潑，何者爲最不活潑？

綜觀碘之性質：固體之色，蒸氣之色，蒸氣之密度（與空氣比較），固體之密度（與水比較）及在所用各種溶劑中之比較溶解度

實驗 50.

鹵素化氫

器具： 試管及架； 本生燈。

物料： 氯化鈉； 溴化鈉或鉀； 碘化鈉或鉀； 濃硫酸； 藍石蕊紙； 濃氫氧化鈉； 濾紙。

氯化氫——置食鹽（氯化鈉 NaCl ）約 1 克於試管內，加入濃硫酸數滴。如不見起何作用，則再加硫酸數滴，而微熱試管。當見何現象？

呼氣吹過試管口。結果如何？以潮濕石蕊紙一條，持近管口。結果？以浸過氨水之濾紙條持近管口。解釋其白霧之生成。

試作氯化氫製造之方程式。

溴化氫——用溴化鉀而悉依上實驗覆作一次。解答同樣之問題。須記鹵化氫均屬無色。今試管中之有色氣體，將如何解

釋之？何元素使此着色？此於溴化氫之穩定性表示爲若何？

除溴化氫外尙生成何種氣體？(嗅此氣應極謹慎！)

碘化氫——再用碘化鉀，重作實驗如前。解答同樣之問題。
由呼氣吹過試管口時發煙之量，可知自管內逸出之碘化氫之量。
有色蒸氣爲何物？

除碘化氫外，尙生成何氣體，可由其顏色辨知之者？

比較——此實驗表明氯化氫，溴化氫，及碘化氫之比較穩定性爲若何？

氫溴酸及氫碘酸，何以尋常均不以此法製之？

實 驗 51.

次 氯 酸——漂 白

器具：試管及架；二氧化碳發生器(實驗 12)；漏斗。

物料：漂白粉(氯化石灰)；濾紙；大理石碎片；濃鹽酸；有色花布；石蕊紙。

製法——以漂白粉約 2 克加入試管內 20 克之水中，不時搖盪之，以製成漂白粉之飽和溶液。濾出清液，而通二氧化碳於液中，至少經 5 分鐘之久。此反應之方程式如下：



濾去沈澱即碳酸鈣，即可得含有次氯酸之清澄溶液。

用於漂白——於新製之次氯酸溶液中，置入(1)石蕊紙，(2)印

字紙, (3) 墨水字紙, (4) 鉛筆字紙, (5) 有色花布等之小條。記錄各物所受之影響。此等物料中, 何者由有機化合物所着色? 何者由遊離碳所着色? 次氯酸能氧化遊離碳否? 何者能被其氧化?

隨意實驗——未漂白之棉布, 可用漂白粉漂白之, 手續如下: (1) 先置布於洗濯碱之稀溶液 (5% Na_2CO_3 溶液) 中煮沸之, 以去除油膩。 (2) 然後洗清而置布於漂白浴 (10% CaOCl_2 溶液) 中。 (3) 經 5 分鐘之後, 一部分絞乾, 而浸入極稀之硫酸溶液 (5 蚝濃硫酸於 100 蚝水) 中。 (4) 再將布置入漂白浴中, 如是更番處理, 至色除盡為止。 (5) 欲去除或有留於布間之些微之次氯酸, 可於亞硫酸鈉之溶液 (5% Na_2SO_3 溶液) 中, 洗滌數次。於鈔簿上粘原布樣及已漂白之布樣各一方。

尚有一種氧化劑有時用作漂白者, 即過氧化氫 (H_2O_2)。尋常出售者 (藥房) 為 3% 之溶液。以此溶液 3 蚝, 傾入一大試管內, 而加入二氧化錳細粉約 1 克, 以燒紅之木片驗其所放出之氣體。該氣體為何物? 二氧化錳之功效為何?

實 驗 52.

磷 之 酸 類

器具: 廣口瓶; 玻片; 燃燒匙; 燒杯; 三腳架; 石棉網; 本生燈; 試管及架; 鉗。

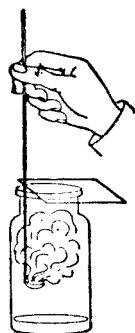
物料: 白磷; 稀硝酸; 稀氫氧化鈉; 硝酸銀溶液; 鉍酸鉍溶液; 石蕊紙。

[注意] 白磷易於起火, 應當以鉗取之。

製法——取蒸餾水約 20 蚝, 置清淨之廣口瓶中。於燃燒匙內灑石棉紙, 紙上放白磷一小塊。以熱鐵絲觸之, 令其燃着, 而將此燃磷沈入廣口瓶中, 立即用玻片蓋閉瓶口 (第 78 圖)。逮白磷

停止燃燒後，取出燃燒匙，而將瓶搖盪，以溶解所生成之五氧化二磷 (P_2O_5)。 以石蕊紙驗此溶液。 作方程式。

以稀硝酸 3 鈞傾入於燒杯內上記之溶液中，而煮沸之，至餘剩約及原體積之半。 硝酸之氫離子，具有觸媒之作用，令二縮原磷酸 (HPO_3)，由加水而變成一縮原磷酸 (H_2PO_4)。 作方程式。



檢驗——於一份之一縮原磷酸內，加入稀氫氧化鈉，其量差夠中和該酸；於是以前述溶液，逐滴加入，至生成沈澱為止。 試舉此沈澱之名，並記述之。 作方程式。

加數滴一縮原磷酸於約 10 鈞之鉬 燃燒於其中之燃燒匙內
酸鈉中。 令混合物放置數分鐘，於是微熱之。 如有沈澱即示有磷酸根離子 (PO_4^{--}) 存在之證。 試記述其沈澱。

試驗加氫氧化鈉溶液至溶液成鹼性之效應。 記其結果。 再加硝酸成爲酸性，而記其結果。

隨意實驗——於蒸發皿內置磷鹽岩 (煨灰石) 10 克，而加入水 4 鈞，嗣再加濃硝酸 4 鈞。 將混合物攪拌而溫熱之，經 10 分鐘。 再加入 10 鈞水而瀟過。 試驗其瀟液中有無磷酸鹽。 磷鹽岩曾有藉硫酸之作用而變成可溶性磷酸鹽？

就商品之過磷酸肥料，驗其是否有可溶性磷酸鹽。

實驗 53.

土壤檢驗

器具：燒杯；3 廣口瓶；刻度圓筒；放大鏡。

物料：土壤試料(取自家內庭園)；石蕊紙。

石蕊質檢驗酸度——置少許泥土於燒杯或碗中，以蒸餾水全部濕之。置藍石蕊紙條於潮濕泥塊中。如泥土為酸性，則石蕊紙當於 15 分鐘內轉呈淡紅色。

有時在無蒸餾水之處，須檢驗土壤之酸度。此時可自田園內挖取潮濕之土盈握，捏成球形。於是將球裂而為二，俾石蕊紙可夾於兩半之間。十分鐘之後，檢視石蕊紙。

[註] 石蕊紙宜用鑷夾取，因手汗往往稍帶酸性。石蕊紙尤須用最佳者。

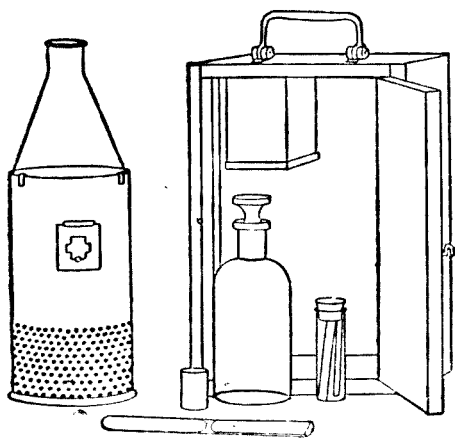
校正土壤中之酸度，其法如何？

砂、泥、黏土之百分率——取細泥土約 2 湯匙，置盛水三分之二之廣口瓶中。將混合物猛搖數分鐘，而後放置一分鐘。傾泥水於第二廣口瓶。第一瓶中所餘之澱積物大致為砂。

迨第二瓶放置五分鐘後，再傾出泥水於第三瓶。於此瓶中添加水而猛搖之。放置至少 2—3 小時後，將水傾出。第二瓶中所餘之澱滓，大部為泥滓；第三瓶中之餘滓，則幾全係黏土。將此三種澱積物分別乾燥之，而於刻度圓筒中測其每部分之體

積 推算土壤中砂,泥,黏土之百分數. 注意每種成分之粒子如何細緻,並於放大鏡下檢視之.

隨意實驗——由屈路檢驗¹可以約略測定酸度。將泥土 10 克與蒸餾水 95 耗共置燒瓶中。再溶解中性氯化鈣 50 克於水 250 耗中,而加入硫化鋅細粉 5 克,以製硫化鋅與氯化鈣之混合物。取此混合物(硫化鋅與氯化鈣)5 耗,加入泥與水之混合物內。將混合物加熱至沸騰,迨沸騰 1 分鐘後,以醋酸鉛紙²持臨燒瓶口上,而繼續煮沸 2 分鐘。醋酸鉛紙之轉動暗,即示土壤中有酸存在,其酸度可由顏色之



第 79 圖 屈路氏之土壤檢驗設備

深淺而約略表示之。一種簡便可以攜帶之設備,如第 79 圖所示;其中用小酒精燈以煮沸器中之水,附有標準顏色表一幅。

¹ Truog test ² 醋酸鉛紙之製法,即將白紙一張,浸入醋酸鉛之 10% 溶液內,而後於玻璃片上將紙乾燥。

實驗 54.

煤之乾餾

器具：鐵環壺及夾；燃燒管(硬玻璃試管)附單孔塞；大試管附雙孔塞；集氣槽；廣口瓶；本生燈附翼形帽；玻管。

物料：煙煤(軟煤)小塊；石蕊紙；硝酸鉛試紙。

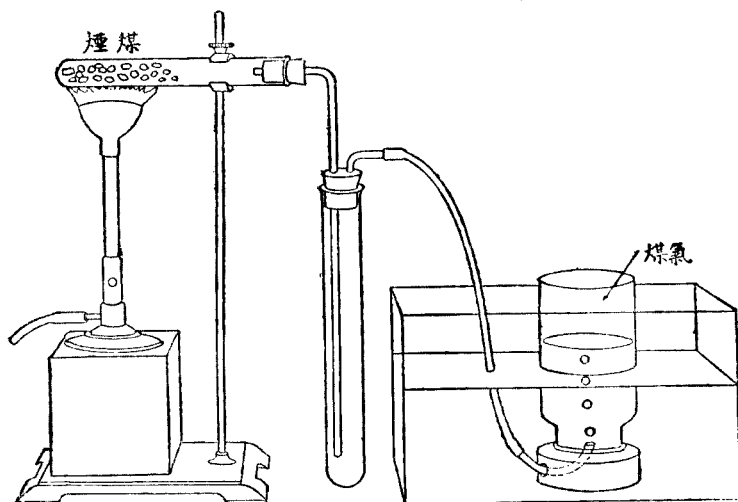
緒引——吾人今日燃燒之煤，原為有生命之植物，在久遠之古代即深埋於砂床之中。其後植物質起部分分解，分解後主要產物為無定形碳。硬煤含碳約 90%，幾盡屬未化合狀態；惟煙煤所含未化合之碳為量遠少，其多量之碳與氫，氧，氮，硫相化合。有大量之軟煤，置鐵甌或甕中加熱，而集得種種之產物以利用之。例由塵洗塔，獲得氨氣；又集積一種柏油狀物，稱為“煤焦油”，經證明其為可貴之副產物。最後之產物為燈用煤氣，亦用作燃料。甌內留存焦煤。焦油不特可作燃料，且在種種冶金術上為可貴之輔助物。本實驗內將以小規模作此項煤之乾餾方法。

煤之蒸餾——於燃燒管內盛煙煤小塊，約及四分之三，而橫平夾住之，如第 80 圖。有一導管伸入冷凝管(大試管)之近底處，而裝設成於水面集取氣體產物。先將燃燒管緩熱之，然後強熱至不復有氣體發生而止。加熱時，用浸濕硝酸鉛溶液之紙條驗導管內之氣體流，有無硫化氫 (H_2S)，並以浸濕之紅色石蕊紙，驗

其有無氨。結果如何？

產物——a. 察於水面上集得之氣體。能否燃燒？

b. 察冷凝管內物質之性質。試舉其名。



第 80 圖 煤之乾餾

c. 當燃燒管冷卻至可以把持，將管內物輕擊傾落於鐵環台座上。以此殘滓與原來之煤，比較其顏色，結構，及重量。試舉其名。

d. 此法何以謂之乾餾或稱破壞蒸餾？

e. 試舉煤行乾餾之三種重要產物之名。並舉一種副產物之名。

隨意實驗——同樣可將木材行乾餾，用小木條或木片。此時其冷凝管內之柏油狀蒸餾物為一種混合物（稱為木醋液），內含水精，醋酸，木酮，焦油，及其他物質。

實驗 55.

煤之分析

器具：鐵環臺及環；瓦管 角；瓷坩堝連蓋；本生燈；角盤天平及法碼；研鉢及杵；乾燥箱。

物料：煤之試料(取自家中)。

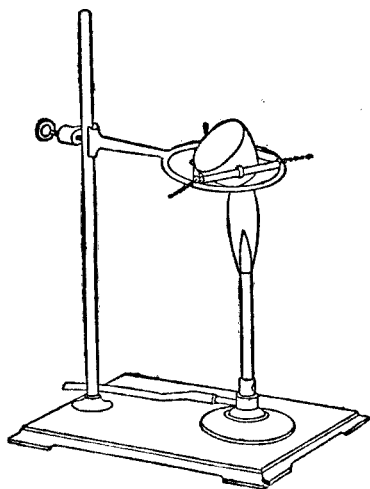
緒引——煤燃燒時，其最顯著之成分，為 (1) 水分，(2) 揮發物，(3) 固定碳及最後之 (4) 灰渣。固定碳與空氣接觸而加熱時，始能揮發。此數成分不能明確離析，故此種分析法多少為任意規定之方法。然此最近切之分析，未嘗不可作為煤之種類之指示。煤按照揮發物對於固定碳之比例而分類。固定碳對於揮發物之比率稱為“燃料比”。故如，無煙煤之燃料比不下於 10；而煙煤之燃料比一般自 3 至 6 不等。

指導——a **水分**。取煤數塊，研成細粒，大小略如豌豆，而混和均勻。取此研碎之煤約一茶匙，置研鉢中磨成極細之粉。另將一乾燥而清淨之坩堝及蓋，稱至一厘 (0.01 克)，而稱取煤粉約 2 克。將此等重量，表列記之：

坩堝及蓋之重量.....	克
坩堝及蓋連煤之重量.....	克
煤之重量.....	克

置坩堝(無蓋)於乾燥箱內加熱一小時,溫度在 $104^{\circ} - 107^{\circ}\text{C}$. 於是取去坩堝冷卻而再稱之(連蓋). 重量之減少即等於所驅去水分之重量. 試計算煤中水分之百分率.

b 揮發物. 將 a 中之有蓋坩堝連內容物,置瓦管三角上用本生燈加熱至不復生煙而止. 須知坩堝之加熱或冷卻,均不可過於驟速,惟既經燒熱,則應熱至全部坩堝均成紅熱而止. 然後令坩堝加蓋冷卻,而重稱之. 當此加熱之間,其重量之喪失,即由於驅出之揮發物. 試推算煤中揮發物之百分率.

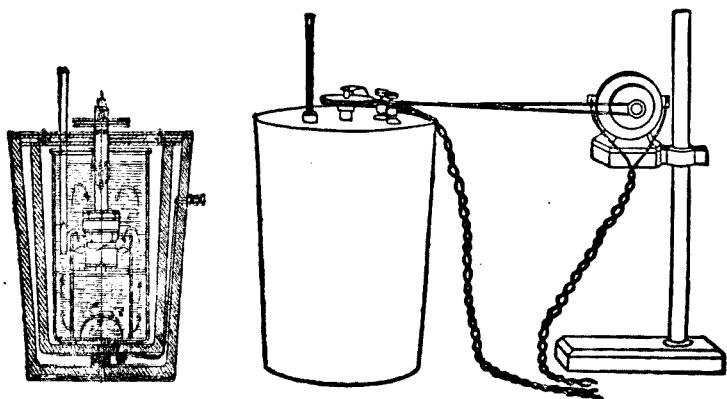


第 81 圖 測計煤中之灰分

c. 固定碳(焦煤). 將 b 中之坩堝連內容物取去坩堝蓋,而斜置瓦管三角上(第 81 圖). 加熱至完全紅熱,俟所有碳分盡行燃去. 同樣燃去蓋上之附着碳. 將該坩堝(連蓋)及其灰渣冷卻而稱之. 當此加熱時重量之喪失,即為固定碳之重量. 試計算煤中固定碳之百分率.

d. 灰分. c 中坩堝內所餘存之殘渣,為煤內所含之不揮發性礦物質,稱為灰分. 試計算煤中灰分之百分率.

e. 將所用煤樣之切近分析與工程便覽(如馬克斯著機械工程師便覽¹)中所載之分析比較之。



第 82 圖 派氏過氧化鈉甌式卡計²

隨意實驗——如備有派氏過氧化鈉甌式卡計(第 82 圖), 則可測計煤樣之發熱值, 即每磅之英制熱單位(B. t. u.). 其手續簡單, 結果精準至約 1% 或更少. 該器內附有手續及計算之詳細說明.

實 驗 56.

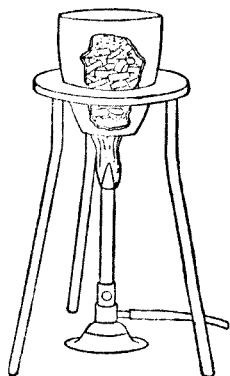
木 炭——製 法 及 性 質

器具: 三脚架; 本生燈; 砂坩堝; 鐵坩堝及蓋; 瓦管三角; 燃燒管附單孔塞; 鐵環壺及夾; 試管; 研鉢及杵.

物料: 木塊; 糖漏, 紅糖; 洋紅或藍靛. 骨炭(獸炭); 硫酸銅溶液; 硫化氫溶液; 粉狀氧化銅; 石灰水.

¹ Marks' *Mechanical Engineers' Handbook*. ² Parr's peroxide bomb calorimeter.

製法——動植物質於無空氣處強熱時，其殘渣即為炭。於砂坩堝內薄層之砂上，或小鐵盤上置木塊或木片少許，即易製成木炭。如於此木塊木片上再蓋砂一層，以杜絕空氣（第 83 圖），而強熱至煙去盡，當坩堝冷卻後，當見其殘渣即為木炭。

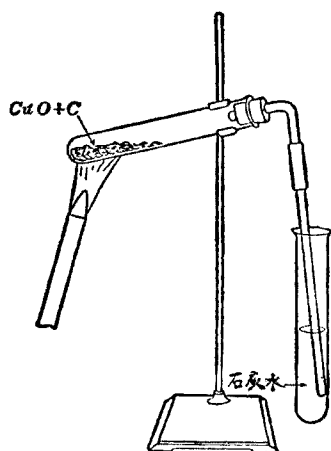


性質——a. 欲明炭為一種脫色劑；可於試管內盛水及半，水中含有足量之糖漏，紅糖，洋紅，或藍靛，俾呈現確定之顏色。加約 5 耗之骨炭於溶液中，通體搖盪之，而煮沸 3-4 分鐘。濾過溶液，第 83 圖 於砂坩堝內製木炭 假如濾液不澄清而透明，則再用新鮮之骨炭，反覆為之。如置炭於有蓋鐵坩堝內，先為加熱，則其活潑性大增。如用糖或糖漏之溶液，則可嘗濾液之味，以驗糖分之有無除去。

用硫酸銅溶液，重作此實驗。一切液體能否皆由濾過骨炭而除去顏色？

b. 欲明炭為一種脫臭劑；可於試管內，盛木炭粉約四分之一，而加入硫化氫 (H_2S) 溶液約 5 耗。塞以木塞，每隔 15 分鐘將內容物猛烈搖盪一次。以其臭與原溶液之臭比較之，設不覺其脫除，則再加入木炭，而繼續搖盪其內容物。歐戰時對於木炭之此種性質，曾有何種之利用？

用途——木炭(或焦煤)最重要之用途,即為作還元劑。設以氧化銅(CuO)約5克與木炭粉1克,於研鉢中均勻混和。用



第 84 圖 用碳還元氧化銅

摺疊之紙條,將此混合物送入硬玻璃試管(燃燒管)內,塞以單孔塞,塞內裝有導管。將器具裝置如第 84 圖,俾試管加熱時所生之氣體,導入另一試管內之少許石灰水中。

加熱燃燒管內之混合物,先以緩和,以免管之炸裂,而後儘量強熱之,自近塞之部起,漸漸將燈焰移至管之封閉端。至少須連續加熱 10 分鐘。最初在石灰水中起

何變化?

將導管取出石灰水,而停止加熱。迨管冷卻,即將內容物傾入研鉢中,而於水內猛研其殘渣。用水流洗去較輕之粒子。研鉢中所餘存者為何物? 自氧化銅中取得何元素? 試述其作用,並作反應之方程式。

結果——綜賅本實驗內所察見木炭(碳)之此等性質。

隨意實驗——碳又可用以還元氧化錫(SnO_2)及氧化鉛(PbO)等之金屬氧化物。此法可利用以檢出化合物中之碳。該察糖,蠟,及焦油臘(洋樟臘)各物中何者含有碳。學者將如何利用此一方法以檢出化合物中之氫?

實 驗 57.

乙 炔 及 甲 烷

器具： 試管；單孔塞；玻管；250 毫之廣口瓶；鐵環臺及夾；蒸發皿。

物料： 二碳化鈣；石灰水；鹼石灰；醋酸鈉（粉末，無水）。

緒引——甲烷即沼氣，由於植物質之腐敗，生成於沼澤之中，煤礦內亦往往見之，為天然煤氣之一大部分。尋常之煤氣含甲烷以體積計自 35 至 40% 不等。乙炔又屬一種碳氫化物（烴），為一種發光物及燃料氣體，均屬可貴。將乙炔壓縮入桶箱中，固不穩妥，惟在壓力下令溶於丙酮中，則可保安全。其壓縮入“潑來斯賴特¹”圓筒中即以此法。氧炔吹管可生非常高熱之焰，於金屬切割及鍛接上廣用之。

指導——a. 乙炔 (C_2H_2)。將盛滿水之試管倒立於蒸發皿內，皿中亦半盛以水。投入二碳化鈣 (CaC_2) 一粒，大如豌豆，而立以試管口罩在二碳化鈣之上。集氣體於試管內。

當氣體充滿試管後，將管提出水面，而令試管內之氣體點火。注意其火焰之光度。欲檢驗此項燃燒之產物，可閉試管，加入少量清石灰水，而搖盪之。乙炔燃燒之一種產物為何？

¹ Prest-o-Lite 一種商品牌名。

設計而實施一簡單之實驗，以比較乙炔及空氣之密度。

用石蕊紙檢驗蒸發皿中所餘存之液體。

懸渣之固體爲何物？

試作二碳化鈣與水作用之方程式。

b. **甲烷** (CH_4)。將醋酸鉛粉末約 4 克與同等之鹼石灰混和均勻，而置之試管內。於近管口夾住，成橫平位置，裝以單孔塞，塞內貫一向上彎曲之 L 形管。輕擊試管，令混合物集於管之下側，而於混合物上方，留一孔道直達管端。

以搖動之燈焰加熱試管，俾玻璃不致熔融。另取一試管套於 L 形管之直立臂上以檢驗其氣體。經一二分鐘後，將充滿氣體之試管稍稍移開，而視其是否能平靜燃燒。設氣體能平靜燃燒，即將火焰移至出口管之端。注意火焰之結構及其光度。

以一清淨乾燥之瓶，倒持臨焰上一分鐘，而注意瓶內之壁面。瓶內壁面所生之小滴爲何物？

立取石灰水 20 耗傾入瓶中，蓋好，搖盪之。燃燒甲烷之氣態產物爲何？試作製造甲烷之方程式（鹼石灰作爲氫氧化鈉），並作甲烷燃燒之方程式。

綜該實察之乙炔及甲烷之性質。 並作裝置之圖解，附以圖註。

實驗 58.

氣油及燈油

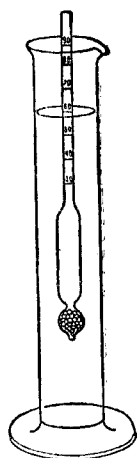
器具：液體比重計(浮計)；輕液蒲美計；液體比重瓶或筒；三腳架；本生燈；石棉網；燒杯；錶皿；廣口瓶附塞；鐵皿並砂；鐵環塞；溫度計；蒸發皿。

物料：氣油(軋司令)；燈油(火油)；木片。

綜引——氣油及燈油均為由原油分餾而製得之碳氫化合物。由此作用所得他種產物，有揮氣油，減摩油，凡士林，石蠟等數種。焦煤亦往往自原油製之。石油產物皆屬碳氫化合物之混合物；若燈油及氣油，莫不皆然。均非化合物，無一定之組成。近年氣油作為內燃機之燃料之需要日亟，其產量勢須隨之加增。因而石油中較不揮發而較複雜之碳氫化合物，今均在高壓下行氣油提煉法，即所謂“分裂法”，如是即所以增加氣油之生產量也。氣油之特殊性質視製造方法，蒸餾方法以及原油之各別來源而定。

指導——a. 比重。此項檢驗在確定氣油及燈油之性質上，雖非極重要，然以其為檢出商品差別之簡易方法，亦頗值借用。規定之商用浮計(第 85 圖)，可用以測比重。此器之刻度，大抵均當 60°F.(15.6°C.) 時為之，故一般以取得該溫度時之液體，較為便利，可免作必須之校正也。迨比重經約略測定之後，將浮計升起，

約及其玻璃球，而將幹上擦淨；於是再小心沈入液內。浸沈時務使



第 85 圖

求氣油之密度

比重計之幹，在相當於液體之比重一點以上，勿令浸濕。於是讀視幹上相當於液面之度數。依此以測定氣油及燈油之比重。

[註] 商品之比重計，常照蒲美分度法刻度。此項分度法，係分成小格，亦稱為度數(°)；量輕於水之液體所用之計，刻度自 10° 起，與比重 1 相當，比重漸減，度數漸增。蒲美度數可由下方程式變為比重數。

$$\text{比重} = \frac{140}{130 + \text{蒲美度數}}$$

商品氣油(軋司令)約 50°Bé 至 90°Bé 之間，亦有更高者。

b. 揮發度。此殆為氣油之最重要之唯一檢驗法。各種氣油及燈油之試樣，可約略比較其揮發度如下：置 10 滴氣油於錶皿上，而將皿座於半盛沸水之燒杯上。

[注意] 氣油蒸氣易於燃着，宜離遠一切燈火。

察其完全蒸發所需時間之長短。

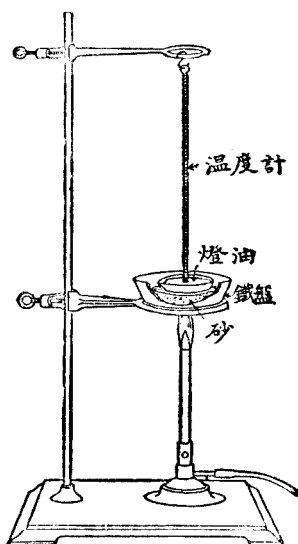
用 10 滴燈油，重作上實驗。

比較氣油與燈油之揮發度。

氣油之燃燒——取一廣口瓶溫熱之，而後注入一滴氣油。將瓶塞緊，而猛搖之。取去木塞，以燃着之木片臨近瓶口。設無明確之結果，則取去木片，再加一滴氣油，而再如法試之。如是繼

續加入氣油，越時加一滴，至蒸氣呈爆裂性燃燒而止。瓶內除氣油外有何物質？“爆裂混合物”之意義為何？

燈油之着火點——以一瓷皿放在砂盤上，裝置如第 86 圖。皿中盛燈油滿及離皿口半厘米許。於液之中央，安放溫度計一支，其下端幾達皿底，而却未觸及。置本生燈於皿之下方，恰當中心之處，令全器溫熱。隨時用一小燈火移過皿口，約在液面上一厘米處，而適當溫度計之前面。



第 86 圖 測定燈油着火點之裝置

如是繼續為之，至液面蒸氣舉微弱之焰而燃着。液體燃着之最低溫度，就溫度計上所示者，稱為着火點。

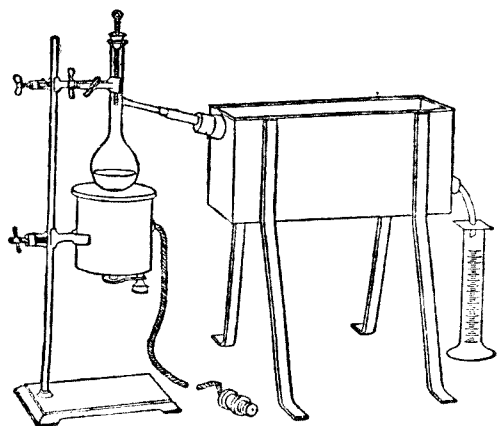
反覆作上實驗數次，以確定所測得着火時之最低溫度。

[註] 各國有法律規定，禁止發售着火點低於約 110°F. 之燈用火油。

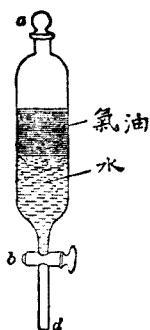
隨意實驗——檢驗氣油時，有須測定其沸點及乾燥點者。用一種極簡便之儀器，如第 87 圖所示，係利用電熱者。此法工業上之詳細情形，可查美國礦業局之工業論文第 166 及 214 號——汽車氣油之檢驗法，第恩著¹。此法亦可用以檢驗曲箱油²之稀釋度。

¹ Methods of Testing Motor Gasoline, E. W. Dean ² crank-case oil

氣油往往因取置不慎，而與水混雜。然可藉分液漏斗(第 88 圖)以離析之。將少許氣油傾入此種漏斗內，然後傾入水若干，當留意應閉塞活栓(b)。搖和之，而



第 87 圖 求氣油之沸點及乾燥點



第 88 圖

兩種不溶和液體之離析
後放置一旁。不久氣油即在水之上方自成一層。置燒杯於出口管(d)下，取去玻塞(a)，而漸漸旋開活栓。當兩液間之分界線降及活栓處，即閉活栓，而將氣油由漏斗上口傾入另一器中。

實驗 59.

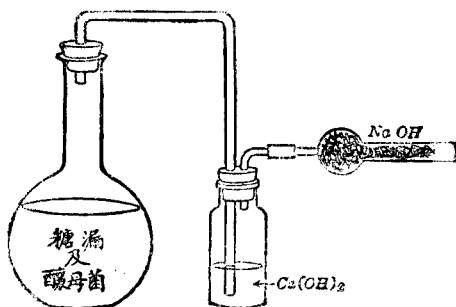
酒精——製法及性質

器具：2 呎之燒瓶或玻璃瓶一個；廣口瓶連一雙孔塞；乾燥管；煮沸燒瓶附有旁管；三腳架及石棉網；鐵環臺及夾；李比希冷凝器；試驗管；本生燈；溫度計；錫皿；橡皮管；玻璃管。

物料：糖漿或糖漏；釀母餅；石灰水；氫氧化鈉棒；玻璃珠；石棉或；碘；氫氧化鈉溶液；石蕊紙。

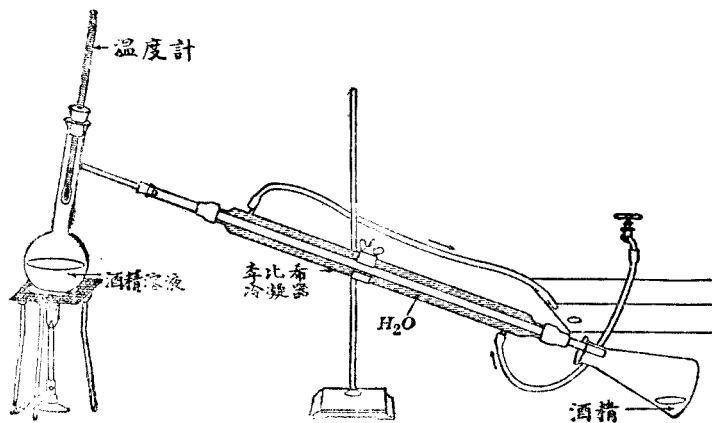
發酵作用¹——溶約 200 耗之糖漿或糖漏於大玻瓶或燒瓶之 2 升水中 (第 89 圖)。捏碎釀母餅一枚, 而混以水, 製成薄漿。於是加入糖溶液中。

將此瓶與他一盛石灰水之瓶相連接, 如圖。裝有氫氧化鈉棒之球管, 用以吸收來自空氣中之二氧化碳, 恐其對於石灰水生何作用。



第 89 圖 實驗室內糖漏之發酵作用

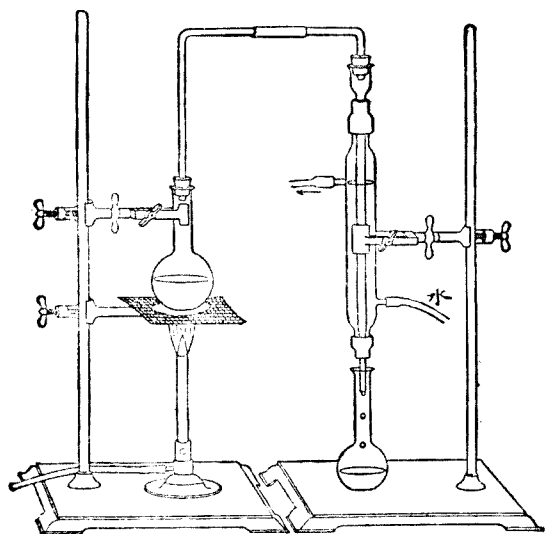
將全部裝置, 放溫暖處 (約 30°C.) 約 2—3 日。



第 90 圖 酒精之分餾

¹ 此部實驗宜由教師爲之, 或令學生一小組爲之, 不必全班。

蒸餾——迨糖溶液起發酵後，傾出清液，每一學生或每一組可得約 150—200 耗。自溶液中離析酒精之器械，可裝置如第 90 圖所示，或附有一直立之冷凝器如第 91 圖。煮沸燒瓶內，宜



第 91 圖 附有直立冷凝器之分餾法

加入玻璃珠數顆或紅熱浮石少許，以防激濤。冷凝管與自來水管相接時，應令冷水自下管進入套層內。

記錄冷凝器內最初發見數滴液體時之溫度，及約有半量之液體蒸餾出時之溫度。

性質——集得數滴蒸餾液後，立即傾入錶皿內。注意蒸餾液之臭。以石蕊紙驗之。取石棉絨一撮浸漬該液體而試燃之。以冷廣口瓶罩焰上，以辨知酒精燃燒之一種產物。將瓶蓋閉，傾入少許石灰水，而搖盪之。試作酒精 (C_2H_5OH) 燃燒之方程式

檢驗——加碘溶液 3—4 耗於約 5 耗之蒸餾液中，而後加入氫氧化鈉溶液，至棕色消失而止。將混合物溫熱，而放置一旁數

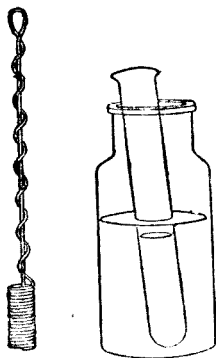
分鐘。其沈澱爲三碘甲烷(CHI_3)，俗稱黃碘，從可知有乙醇存在
記錄顏色及臭。

綜貽所見酒精之性質。試舉糖起發酵作用後結果所得二物

質之名稱。

隨意實驗——甲醇(CH_3OH)有時用作尋常酒精之代用品。甲醇無簡單之直接檢驗法，惟驗甲醛(HCHO)可以間接知之，蓋甲醇甚易變爲甲醛也。

將甲醇 1 蚝與水約 6 蚝混和於試管內，試管立於冷水中以保持冷卻。取銅絲圈一枚(第 92 圖)於本生燈上層之焰內燒至暗紅，然後立將熱圈伸入管內混合液中。取出銅絲圈，而浸入水中，如是反覆六次。大多數之酒精即因此變成甲醛。將此混合物與儲藏室內之甲醛比較其臭。



第 92 圖 用熱銅絲圈驗甲醇

實 驗 60.

肥皂——製法及用途

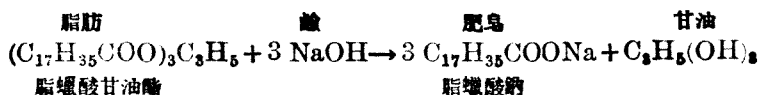
器具：蒸發皿；三腳架及石棉網；本生燈；攪棒；試管及架。

物料：酒精；植物油(橄欖油，棉子油或椰子油)；氫氧化鈉溶液(20%)；氯化鈣溶液；燈油。

緒引——氫氧化鈉(NaOH)爲強鹽基之一(即一種鹼類)。

脂肪或植物油與此共煮沸，即起皂化，是即變成肥皂也。此等脂肪大致均爲有機酸類之甘油酯。煮沸時，脂肪即爲氫氧化鈉所

分解成甘油 ($C_3H_5(OH)_3$) 及有機酸之鈉鹽，後者即為肥皂。下方程式即表此項反應：



指導——a. 製法. 取油 (橄欖油, 棉子油或椰子油) 約 2 茶匙, 置蒸發皿內, 加入酒精 10 耗. 以小燈焰加熱, 焰恰觸及皿底. 於是加氫氧化鈉之 20% 溶液 5 耗, 而繼續加熱並不絕攪拌內容物, 至不復覺有酒精之臭而止 (第 93 圖). 留於皿中之漿

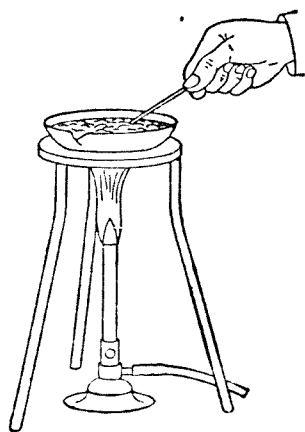
狀物, 即為肥皂, 混有甘油.

[註] 為節省本實驗之時間起見, 用酒精為油及鹼之共通溶劑. 在工業上則自不用之.

b. 用途. 用頃所製成之肥皂少許以洗手, 易起皂沫否? 如用鹼過多, 則其肥皂足令皮膚粗燥. 油量過多, 則又致肥皂膩滑. 今此所製得之肥皂性質若何?

製半試管之肥皂溶液, 加入半量之氯化鈣 ($CaCl_2$) 溶液, 搖盪之. 即

生成一種不可溶性鈣肥皂. 當肥皂用於硬水時, 往往生有此項不可溶性肥皂, 對於清淨上絕無功用.



第 93 圖 製造肥皂

注燈油 1 耗於試管內 10 耗之水中，而搖盪其混合物。當見油裂為微細之小球，成一種渾液。將試管放置一分鐘，以視其渾液是否不變；於是加入肥皂液約 3 耗於此混合物中，而再搖之。肥皂對於渾液之持續性有何影響？ 肥皂即依此法與使污漬黏牢衣物纖維之油生成一種渾液。此項作用，足令污漬鬆動，因而易被機械的洗滌而除去。

隨意實驗——肥皂可由廢棄之脂肪製之。脂肪雖甚污穢而發惡臭，仍可熔融而溜過稀布以用之。稱脂肪之重量，並權取約及三分之一之商品鹼液(巴弼氏¹)。將鹼液溶於水中。於鐵鍋上加熱脂肪，而緩緩傾入鹼溶液，並不絕攪拌。須留意液體勿成沸溢。經煮沸 30 分鐘之後，加水以補充沸去之量，於是攪入食鹽，約所用鹼液量之二倍。冷卻後，取出頂面之肥皂層。此項肥皂可溫熱，而令其冷卻於小紙板盒內，令成餅塊。

實 驗 61.

漬 斑 之 去 除

器具： 燒杯； 試管及架； 本生燈。

物料： 各種布樣(棉料，毛料，絲料)沾有油膩，糖汁，鐵銹等之漬斑；四氯化碳，松節油，草酸，藥佛兒水²等。

緒引——清淨作用之繁簡，視漬斑之性質而不同。例如，自布上去除油膩，實即溶解及吸收之作用；惟衣物上之果汁漬或墨水斑之去除，則往往除選用各種漂白劑外並須細究衣物之本身。

¹ Babbitt ² Javelle water

通常有三種處理方法：(1) 糖、膠、血等斑漬，如時隔不甚久，可以溫水除去之；(2) 氣油、四氯化碳，或松節油，可作為油膩及漆料之溶劑，故可用以去除此等漬斑；(3) 先以草酸或檸檬酸等之漂白劑，繼以漂白粉，亦可用以去除墨水漬。氣油蒸氣甚易燃燒一層，自有特加注意之必要，因而不宜於近火處用之。欲使清潔之物件，其下應置吸收物，俾油膩可被氣油洗溶而滲下。否則，用少許之氣油，就斑漬處摩擦，徒令油膩滲化，面積更大。用漂白劑時，應用稀氨水以去除此種物劑之留跡，蓋如有留存，足蝕及衣物之纖維也。

欲去除衣物上之漬斑，往往宜先就小樣試之。尋常，絲毛織物應較棉織物格外注意，尤以有色物為然。蓋因蛋白質(絲及毛)易受許多化學藥品之侵擊也。

下表可供參考：

漬 斑	由下物去除
糖、膠、血	溫水
油膩	四氯化碳或氣油；繼以溫熱肥皂水及氨水
油漆、假漆	松節油(絲上之漬斑除外)
焦油、瀝青	肥皂及油；繼以松節油
墨水	溫熱之草酸或酒石酸(20%)或鹽及檸檬
鐵銹	溫熱之草酸或檸檬酸(10%)
果汁、茶、咖啡	熱水。藥佛兒水
酸類	氨水以中和酸；於是水洗
草汁	用酒精或氨水，以棉擦之。

[註] 藥佛兒水由洗濯碱 ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 400 克, 溶於 1 升之沸水中。又加漂白粉 ($\text{Ca}(\text{Cl})_2$) 100 克於 1 升熱水中。將此二溶液混和, 而傾瀉其次氯酸鈉 (NaOCl) 澄清液以備用。

指導——取種類不同之布樣三四塊, 沾以墨水, 酸液, 糖漿, 及油等。每種依上述之方法試之。將布樣剪成適當而同等之大小, 附以標紙而黏於鈔簿上。處理前後之布樣, 均留存一塊。並略述每種情形內係用何種處理法

隨意實驗——兩液退色靈(消除墨水筆跡之藥水), 法國乾潔液, 去除黴污之藥劑, 以及去漆劑(油漆及假漆), 試求各物之組成。(參閱 Smith & Moss' Laboratory Study o. Chemistry)

實 驗 62.

織 物 纖 維

器 具: 複式顯微鏡; 試管及架; 本生燈。

物料: 棉, 毛, 絲, 麻, 及人造絲之樣料; 棉毛交織物, 棉麻交織物之樣料; 氫氧化鈉溶液(20%); 一品紅之醇溶液; 稀氫氧化銨; 氫氧化鋁溶液; 稀鹽酸。

緒 引——食物外衣物實為人類之第二必需品。織物一般製自各種纖維, 或為植物性, 如棉及麻, 或為動物性, 如毛及絲。近年由低廉之棉纖維製成外觀酷似較貴之絲纖維, 又有多種之方法。然其纖維, 每可藉化學的或複式顯微鏡以鑑別之。本實驗即將稍習可用以區別此等纖維之化學檢驗法數種。

指導——a 纖維之顯微鏡研究。試於顯微鏡下細究棉，毛，絲，麻及人造絲諸纖維之外觀。（與實用化學第 364 頁第 202 圖比較）。

b. 棉及毛。將棉料，毛料，及交織物各一塊（3 吋 × 3 吋）分置三試管內。各浸以氫氧化鈉溶液（20%），而煮沸 2—3 分鐘。必要時加入水，俾布物得為液體所淹沒。

[注意] 應特加注意，慎勿令熱鹼液迸濺及於皮膚上。

此等纖維何者完全可溶於氫氧化鈉溶液中。

c. 棉及麻。取布樣一塊（一部分為麻），用 1% 之一品紅醇溶液浸濕，以水洗淨，於是再浸於氫氧化銨中。布中麻（亞麻）纖維當染成紅色，而棉料處依然無色。

d. 毛及絲。將毛及絲之條片分置試管內，而各浸以氫氧化鋁之溶液¹。經 2 分鐘後，取出殘渣，而於 1% 之鹽酸溶液中再煮沸 2 分鐘。二種樣料何者始終不溶。

e. 絲及人造絲。人造絲係自纖維素用多種方法製成，故與真絲易於辨別。纖維素為植物質，存於植物之木質纖維內，而真絲為動物纖維，由複雜之氮化合物構成。使用燃燒之檢驗如下：自真絲及人造絲之樣料上，撕取絲條若干，而將種類不同之絲條

氫氧化鋁溶液之製取，可將硫酸鋁 5 克溶於水 100 呎中，然後加入氫氧化鈉溶液，至氫氧化鋁完全澱出為止。將澱澱洗透，而溶於濃氫氧化銨 25 呎中，於是加入蒸餾水 25 呎。

分置兩小試管內，分別燃燒之，而辨其臭。真絲燃燒時，有何顯異之臭？

f. 絲、毛及棉。於一樣料內，如何證明絲、毛及棉之存在？

隨意實驗——將交織物之樣料一塊(10 吋 × 10 吋)稱至適。先置 1% 之鹽酸溶液中煮沸 10 分鐘以去除膠漿。洗滌，乾燥，而重稱之，以測膠漿之百分數。於是進而析取各種纖維如上，並計算每種纖維之百分率。將此分析之布樣一小方(3 吋 × 3 吋)整齊黏貼於鈔簿上。

實 驗 63.

食 物 之 成 分

器具：試管及架；本生燈；研碎及杵；大燒杯；漏斗；結晶皿；鐵匙。

物料：澱粉；碘溶液；斐林溶液(二種液體)；濃硝酸；濃氫氧化鈉；蛋；落花生；麥片；醚；濾紙。

緒引——吾人之食物，習常分之為四大類：(1) 碳水化合物即醣類，如澱粉及糖，所以供給熱及能並有助於體內脂肪之構成；(2) 脂肪，如豬油，牛酪，及數種植物油，所以產生熱及能；(3) 蛋白質，在化學上為含氮甚富之極複雜之化合物，如精肉，及蛋白，所以補充筋肉組織之耗損。最後即各種之無機化合物，其於身體之功效，固有多端，惟所需之量至微。除此等物質外，近年又證明尚有極微量之某種化合物，雖未經確定之分析，却似屬動物發育及健康所必需。此等物質稱為活力素或維他命。本實驗內

將略習吾人食物內四種最重要之成分之檢驗法。

指導——**a. 澱粉**. 取澱粉一撮,置試管內,管內半盛以水.將內容物搖盪而煮沸之. 澱粉起變化否? 將液體於流水下冷卻之,一俟冷卻,立即分為二部分. 於一部分內加入碘溶液一滴(碘於碘化鉀內之溶液). 所生之藍色,即為澱粉之碘檢驗.

b. 葡萄糖. 將葡萄糖約 1 坵溶於 10 坵水中. 加硫酸銅之鹼性溶液(斐林氏溶液) 5 坵,而煮沸數分鐘. 其紅色沈澱(氧化二銅 Cu_2O) 即為特殊的葡萄糖檢驗.

c. 蛋白質. 置煮硬之蛋白少許於試管內,加入濃硝酸數滴. 用水洗去酸漬,而傾去洗液. 於是注氫氧化銨數滴於蛋上. 其黃色即為蛋白質(含氮化合物)之檢驗.

d. 脂肪及油. 於一試管內半盛研碎之落花生,而注入適量之醚或粗氣油(遠離火焰),以浸沒固體,高出一種為度. 將此試管立於燒杯之熱水內,不時搖盪試管. 濾過,令濾液於結晶皿中自然蒸發. 其抽出之脂肪或油即留於皿中.

e. 無機物. 於舊鐵匙內置麥片約半茶匙,熱之(在氣櫃內),至不復有煙放出為止. 於是強熱之以燃去碳質. 其白色之灰分內,含有種種無機化合物.

f. 食物之檢驗. 將此等檢驗,施之一種或數種食物,如精肉,麵包,飯,豆(乾),等. 以表列式記錄所得之結果.

隨意實驗——水為食物之重要成分之一。試設計數種食物，如蘋果，番薯之類中水之百分率之測定方法。所設計之方法，經導師認可後，即試為之，而與實用化學第 370 頁之表內比較之。

實 驗 64.

牛乳中之滋養成分

器具：蒸發皿；短攪棒；蒸汽浴鍋；三腳架；本生燈；鐵環塞；角盤天平及法碼；試驗管及架；漏斗。

物料：牛乳試樣(取自家中)；醋酸；奶餅；斐林溶液；濃硝酸；濃氫氧化銨。

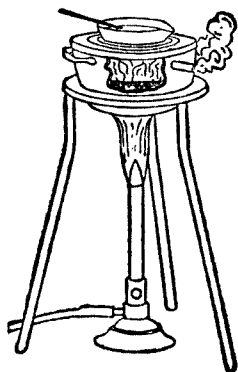
緒引——牛乳為食物中最重要之一種。經多次分析之平均結果，知其近似之組成如下：

水	87 %	乳糖	5 %
蛋白質	3.3 %	無機物	0.7 %
脂肪	4 %		

由此可知牛乳中含有蛋白質，脂肪，及碳水化合物，皆合理食料中之主成分。無論老少壯幼，牛乳均為蛋白質，脂肪，無機化合物及活力素之最經濟來源之一。在發育之兒童，舍牛乳外殆無能供給一切主要食物若是之適宜而經濟者矣。

指導——a. **固體及水之百分率** 欲測定牛乳中水之百分率，祇須將已知量之牛乳蒸發使乾。此時於液面生成一層皮膜，足以阻礙蒸發，故宜用一短攪棒不時攪破皮膜。

取一清淨小蒸發皿連一短攪棒稱之，於是傾入約 20 耗之牛乳，再稱之。置蒸汽浴鍋上蒸發(第 94 圖)至乾。俟殘渣完全乾燥，將皿外擦乾，冷卻而再稱之。就此項結果推算所取乳樣中固體及水之百分率(牛乳中所含固體每多至 12%)。



第 94 圖 於水鍋上蒸發牛乳

b. 蛋白質。牛乳中主要之蛋白質為乳蛋白質，用以製造乾酪。如於牛乳 10 耗中加入醋酸二三滴(可用醋)。完全攪和後，即放置之，乳蛋白質即成凝塊而析出。當牛乳酸敗時，牛乳中所生成之乳酸亦能使起自然之凝化。試證明該凝塊為一種蛋白質(實驗 63)

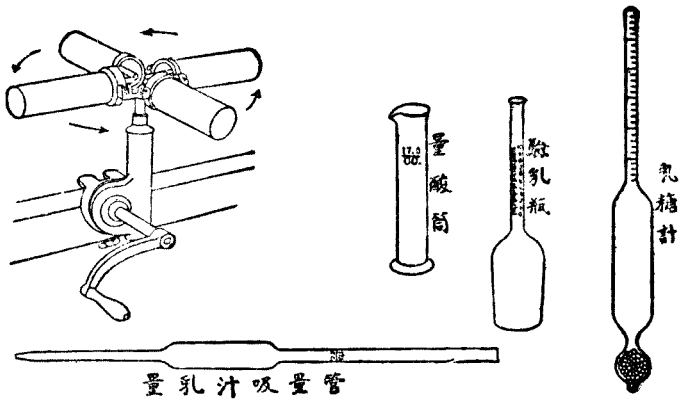
析出乳蛋白質尚有一法，即用凝乳酵素¹。奶餅²中即含有乾凝乳酵素。將此餅半塊溶於水中而加入熱乳約 100 耗。其酪質³亦成凝塊而析出。

牛乳中尚有一種蛋白質，當酪質被酸或凝乳酵素析出後，此種蛋白質仍留於溶液中。是為清蛋白質⁴，與蛋白絕似。濾去凝乳(酪質)，而煮沸清液(乳水⁵)。如是即令清蛋白質膠結成白色薄片。證明沸乳表面所生成強韌之皮膜為膠結之清蛋白質(亦一蛋白質)。

¹ rennet ² Junket tablet ³ casein ⁴ albumin ⁵ whey

c. 乳糖. 乳蛋白質及清蛋白質膠結而除去後, 所餘之濾液, 含有乳糖. 將此濾液蒸發後即得一種殘渣. 就其味, 可知其為一種糖, 其甜度僅約及蔗糖六分之一. 用斐林溶液檢驗之.

隨意實驗——牛乳中最有價值之成分, 無疑為酪脂. 測定酪脂之百分率最切實用之方法為巴穀克氏檢驗¹. 法取一定量(17.6 吨)之牛乳, 用硫酸(17.5 吨, 比重 1.83)處理之. 溶去牛乳中之乳蛋白質, 俾便脂肪之析出. 於是將此混合物置離心機內轉動之, 脂肪即集於液面. 其應需之儀器見第 95 圖. 驗乳瓶製成於瓶頸 刻度以直接示出脂肪之百分率. 此項儀器並附有更詳細之說明書.



第 95 圖 驗乳器件, 離心機, 巴氏驗乳瓶及乳糖計

藉巴氏檢驗法並用乳糖計測定比重, 可以約略估計牛乳中脂肪以外他種之固體. 巴氏之公式即以實驗結果為根據者, 列如下:

$$\text{脂肪外之固體} = \frac{\text{乳糖計}}{4} + 0.2 \text{ 脂肪}$$

通常用之乳糖計(奎文尼氏²)之刻度, 僅刻示比重之第二及第三小數位. 例如, 度數 34, 即比重為 1.034; 如脂肪之百分率為 3.5%, 則脂肪外之固體之百分率為 $\frac{34}{4} + 0.2 \times 3.5$ 或即 9.2.

¹ Babcock test ² Quevenne

實驗 65.

食物攙假之檢驗

器具：鐵匙；本生燈；木片；小燒瓶；燒杯；三腳架；石棉網；試管。

物料：真牛酪及人造牛酪；罐頭甜牛乳；濃硫酸及三氯化鐵溶液（25 毫酸及 1 毫 FeCl_3 之溶液）；甲酯；碎冰。

牛酪及其代用品——牛酪之代用品 有益於健康者亦甚多，其價較真牛酪為廉。惟此等代用品不應逕充作牛酪以發售。下列之簡單檢驗法，均可藉以區別牛酪與其代用品。

a. 泡沫檢驗法。 取所謂牛酪一塊置大鐵匙內而於小火焰上熔融之。真正之牛酪，當穩靜沸騰，而產生多量之浮沫。此乃蒸汽自牛酪中逸出使然也。人造牛酪及重製之牛酪，則往往起激動迸濺而發大聲，生沫不多。檢驗真牛酪一塊，而以其作用與代用物之作用比較之。

b. 華脫好斯檢驗法¹。 取罐頭甜牛乳約 50 毫，盛於小燒瓶內，置熱水中加熱之。迨幾達沸騰，加入試樣 4—5 克（約一茶匙）。而以木棒攪之，至熔融為止。於是置燒瓶於冰水內，而繼續攪拌至脂肪凝固為止。如試樣為人造牛酪，則其脂肪可結集成堆，得以木棒去除之。酪脂則不能如是結集，而多少與牛乳相渾化。

¹ Waterhouse test

如試樣爲重製牛酪，則當停止攪拌時即有結集傾向，於乳面成一皮膜。

牛乳中之甲醛——牛乳中用此物爲防腐劑，殊有毒害，蓋牛乳之用作嬰孩及兒童之食品至廣也。甲醛爲食物防腐劑最毒之一種。如牛乳可歷久不酸敗者，即不無存有此物之疑。

自家中或店舖取得牛乳一小瓶，經教師加甲醛 2—3 滴。於瓶外標記，放置一旁。試記錄該牛乳經若何久長之時間始發酸。

欲檢驗有加甲醛嫌疑之牛乳，可於試管中盛該牛乳約三分之一。將管斜持，沿管邊小心注入濃硫酸少許，濃硫酸內，先加有三氯化鐵一滴。此時牛乳當位於酸液之面，設有甲醛存在，則酸與乳接觸之處，當呈紫色。以此檢驗法，施之加有甲醛之牛乳。

隨意實驗——食物之檢查及分析雖爲社會公衆之一緊要問題，一般仍須不少之專門訓練及經驗。然亦有數種簡單之檢驗，頗易應用。讀者可參閱下列二書：(1) Lewis B. Allyn, *Elementary Applied Chemistry*, 爲袖珍小冊，(2) A. E. Leach, *Food Inspection and Analysis* 爲較大之本。

實 驗 66.

硬 水 之 處 理

器具： 二氧化碳發生器(實驗 12)；大試驗管；試管及架；2 小燒杯；漏斗；本生燈。

物料： 石灰水；大理石屑；濃鹽酸；硫酸鈣溶液；硫酸鎂溶液；碳酸鈉溶液；濾紙；濃氫氧化銨；草酸銨溶液；氯化銨溶液；磷酸二鈉溶液。

緒引——硬水在工業上及家用上均不適宜，其因有二。第一，此種水用於汽鍋中，易結成厚層之皮殼，所謂鍋皮即是。鍋皮不僅為不良導熱體，且於汽鍋之壽命，亦多危險。第二，硬水不宜於洗滌，以其不易與肥皂起泡沫。水之硬性，由於溶解之礦物質。設所溶之礦物質，以酸性碳酸鈣或鎂為主，則其水謂之具有一時硬性。設礦物質為此等金屬之硫酸鹽，則為永久硬性。本實驗即舉述對於此二種硬水之數種處理方法也。

指導——a. 一時硬性。將飽和石灰水約 10 耗，用等體積之水沖稀之。於此半飽和之石灰水中通過二氧化碳之連續氣流至生成沈澱 (CaCO_3) 而又溶解。清液中即含酸性碳酸鈣 ($\text{CaH}_2(\text{CO}_3)_2$) 而稱為一時硬性之水。試作表此等變化之二方程式。

b. 一時硬性之去除。取頃所製成之硬水約 5 耗，加入飽和石灰水 3 耗，而搖盪之。沈澱物為何物？ 試作方程式。

取 a 中製得之硬水約 5 耗，煮沸之。酸性鹽（酸性碳酸鹽）即失去碳酸而回復成中性鹽。將管連內容物放置之令其沈降。試作方程式。將煮沸及加石灰水分別所生成之沈澱碳酸鈣之量比較之。解釋之。

c. 永久硬性。取硫酸鈣溶液¹ 10 耗，傾入小燒杯內，又取

¹ 硫酸鈣溶液應預先製備。以燒石膏少許與水共搖盪，放置少時，而後濾過。

同體積之硫酸鎂溶液，入另一燒杯內。各加入碳酸鈉 5 耗。(比較碳酸鈣及硫酸鈣之溶解度。見附表)。分別濾過二溶液。每種中之沈澱爲何物？試作方程式。

自硫酸鈣溶液所得之濾液內，加入濃氫氧化銨 5 耗及草酸銨 5 耗。設有鈣離子(Ca^{++})存在，則當生成草酸鈣之白色沈澱。

於自硫酸鎂溶液所得之濾液內，加入氯化銨溶液 5 耗，濃氫氧化銨 5 耗及磷酸二鈉溶液 5 耗。設有鎂離子(Mg^{++})存在，則當生成磷酸鎂銨之白色沈澱。

本實驗對於永久硬水用碳酸鈉令其“軟化”，有何說明？

隨意實驗——以肥皂溶液檢驗一時硬水及永久硬水，以測該水與皂液生成耐久皂液之難易。再以肥皂溶液檢驗軟化後之硬水。鈣肥皂之效用何在？鎂鹽之存於汽鍋用水中，何以特劣？

驗 實 67.

埤泥及混凝土

器具：石棉網；三腳架；木生燈；蒸發皿；試驗管；2 廣口瓶附塞。

物料：大理石碎片；生石灰塊；石蕊紙；砂(清淨而銳硬者)；稀鹽酸；波特蘭水泥。

緒引——埤泥爲砂與濕而新化石灰之混合物。石灰尋常由石灰石(CaCO_3)燒至紅熱而得。水泥今認爲乃矽酸鈣與鋁酸鈣之混合物。當其與水，砂，及碎石相混和，其產物即堅結而成混凝土，混凝土在建築，鋪路，及築堤上，爲吾人所熟知者也。水泥之優於埤泥之處，即以水泥雖在水中亦能堅結，故可用於築堤築

橋樑，以及同類之建築，近年水泥用途之所以如此之廣者即以此也。本實驗內，當可明乎石灰之如何製自石灰石，及如何用以製塼泥。於是當用水泥與砂以製混凝土。

指導——a. 生石灰之製造。取大理石碎片一枚(約長5耗)置銅絲網角上，而儘量燒熱之，經15—20分鐘。其產物爲氧化鈣或即生石灰(CaO)。與大理石相比較。試作此作用之方程式。

b. 生石灰之消化。以生石灰一塊(約重25克)，置蒸發皿內，而傾入少許沸水。每隔少時傾水少許，以易被吸收爲度。加水勿過多。注視該石灰塊少時，察其有何變化(熱，體積，外形)。最後當成一種潤滑稠厚之漿。用石蕊質檢驗之，並作此項作用之方程式。

c. 塼泥之混成。取頃所製成之漿與砂50克相混和，必要時再加入水。以一部分之塼泥，製成球形，置廣口瓶中而緊塞之。其餘攤於木板上。經二日之後，將此二種塼泥試樣比較之。各以稀鹽酸檢驗之。試解釋二種塼泥試樣之不同。試作塼泥堅結之方程式。

d. 波特蘭水泥。以水泥一茶匙與二倍體積之清淨銳硬之砂相混和，而徐徐加入足量之水，以製成稠厚之漿。取此混合物一部分製成小球置廣口瓶中而緊塞之。其餘之漿傾入塗有油脂之紙板匣或木匣內。經二日後，檢視每種之混凝土樣。混凝土之作爲建築材料，其勝於塼泥者何在。

實 驗 68.

氫氧化鋁——製法及用途

器具： 試管及架；廣口瓶或玻璃圓筒。

物料： 硫酸鋁；石灰水；粘土；燕支紅或藍靛，稀氫氧化鉍。

製法——製硫酸鋁 ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) 溶液約 5 吨或同量之任何鋁鹽溶液，而加入石灰水，至生成沈澱為止。試記述沈澱 ($\text{Al}(\text{OH})_3$) 之外形，並作方程式。

泥水之提清——於玻璃瓶或玻璃筒內，盛水及三分之二，用細碎之粘土，使水渾濁。傾入硫酸鋁溶液約 10 吨，而與渾水通體攪和之。於是緩緩加入石灰水 20 吨，不用攪拌。令玻璃筒放置使澄清。渾水中生成何種沈澱？試解釋懸渏之粘土粒子如何除去之。

媒染劑——於試管內置水約 5 吨，加入足量之燕支紅或藍靛溶液，使水略呈顏色。加入等體積之硫酸鋁溶液，及足量之氫氧化鉍，以澱出氫氧化鋁。將試管搖盪之，而令內容物澄清之。注意其對於溶液之顏色之影響。

[註] 染料之粒子，遠小於粘土粒子，惟氫氧化鋁能集結之。染色時有用氫氧化鋁為衣物與染料間之連繫物（媒染劑）。

隨意實驗——染色時須先將衣物置極稀之鹽酸（約 1%）中煮沸，以去除膠漿；於是將衣物浸入含少量氫氧化鉍之水中，以中和留存微量之酸，而再浸入水中。試依此法預備白棉布數方。

取布一方置硫酸鋁溶液中煮沸二分鐘。於是絞乾再置入氫氧化鈉溶液中摺搥二分鐘。再絞乾之。至是用氫氧化鋁上媒。

於蒸發皿中置水 50 耗及茜素紅漿 5 耗。以未上媒之棉布及已上媒之棉布各一方置此染液中，而煮沸 10 分鐘。於流水下沖洗二布塊而置玻璃板上乾燥之。將二布黏貼鈔簿上，而分別標識之。

製硫酸鋁 ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) 之溶液及酸性碳酸鈉 (NaHCO_3) 之溶液。於是於碳酸鹽溶液中加入蛋白少許，而與明礬溶液相混合。以此滅火藥沫試驗之。

實驗 69.

矽之化合物

器具： 研鉢及杵；鐵坩堝；瓦管三角；三腳架；本生燈；漏斗；蒸發皿；石棉網。

物料： 清淨之砂（矽石）；碳酸鈉（粉末）；濾紙；稀鹽酸。

矽酸鈉——取清淨之砂 (SiO_2) 1 克與乾燥之碳酸鈉 5—6 克，置研鉢內共磨，令其通體混和。將此混合物置鐵坩堝中，而於本生燈上緩和加熱，至沸濺停止後，於是燒至紅熱，至全部熔融為止。令熔質通體冷卻，於是取儘可溶於 25 耗之沸水中之量溶入之。濾過混合物而棄去殘滓。蒸濃濾液至約及原體積之三分之一。此溶液含有矽酸鈉，或即水玻璃。

矽酸——於矽酸鈉之溶液中加以稀鹽酸，令其呈酸性。其膠狀沈澱即為矽酸 (H_2SiO_3)。徐徐蒸發此酸性混合物，宜緩和加熱以防濺散，至餘乾燥之白粉。加熱至幾達紅色經數分鐘，而後令其冷卻。

將殘滓加水 25 耗而緩沸數分鐘，以自其中浸取氯化鈉。試鑑定所餘存者爲何物。

熔融時生成何物？作方程式。

加鹽酸後生成何物？作方程式。

熱至近於紅色，目的何在？作方程式。

隨意實驗——於燒杯中，取商品之水玻璃溶液 30 耗，與約二倍體積之水通體混和之。以下列各物質之結晶，各取一顆，投入該溶液中：硫酸銅，硫酸鎳，硝酸鈷，硫酸鋅，硫酸亞鐵。令溶液靜置過夜。此事有時稱爲“化學家之花園”。試記錄所見之變化，並解釋之。

實 驗 70.

金屬之硼砂珠檢驗

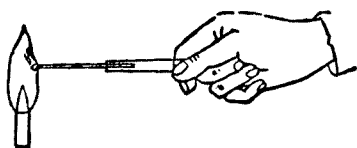
器具：鉑絲；本生燈。

物料：硼砂（粉）；硝酸鈷；二氧化錳；硫酸鎳；硫酸亞鐵；硫酸鎳；未知物。

緒引——尋常之硼砂爲含水四硼酸鈉 ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$)。加熱時硼砂即因結晶水之蒸發而漲大，繼熔融成爲澄清如玻璃之質。數種金屬之氧化物，對於硼砂珠，均與有特殊之顏色，硼砂之作用宛如一種熔劑，溶解金屬之氧化物。

硼砂珠之製備——取玻璃管或玻璃棒一段，燒熔其一端，插入鉑絲一枚之端。將鉑絲之他端，彎成小圈，直徑約 3 耗。於本生焰內燒熱鉑絲，趁熱時急蘸入硼砂粉中。再移置火焰內強熱之。

逾時，硼砂即縮成一小顆透明之珠。以此珠再蘸入硼砂，而再燒之，如是反覆爲之，至得一圓珠，大小與圈框同。



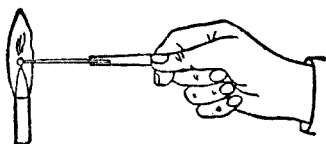
第 96 圖 於外焰內製硼砂珠

(第 96 圖)，至其顏色均勻爲止。設珠成黑色，則係用鹽過多。再試之。欲取去硼砂珠，可趁燒紅時，浸入水中。將特殊之顏色，記如下表。

金 屬	化 合 物 之 式	氧 化 焰 內 珠 面 之 色
鈷 等		

以錳、鉻、鐵、鎳各種化合物，再作此實驗，每次用新製之珠。試習記此等金屬之特殊顏色。

向教師領取未知之鹽類，而以硼砂珠法檢驗之。



第 97 圖 於內焰內製硼砂珠

隨意實驗——用還元焰，即適臨內圓錐之尖端處（第 97 圖），而取每種金屬再作此實驗。並記取硼砂珠加熱與冷卻時，顏色上之不同。

實驗 71.

亞鐵化合物

器具： 試管及架；本生燈；漏斗；小燒瓶及塞；三腳架；石棉網。

物料： 小鐵釘（或鋼絲絨）；稀鹽酸；濾紙；稀氫氧化鈉；亞鐵氰化鉀溶液；鐵氰化鉀溶液；硫氰化鉀溶液。

緒引——鐵能生成二組之化合物——**亞鐵化合物**，其中鐵爲二價，及**鐵化合物**，其中鐵爲三價。由亞鐵變成鐵之作用，稱爲**氧化**，蓋即原子價增高也。反之，由鐵變成亞鐵之作用，稱爲**還元**，即鐵之原子價減低也。本實驗內當學習亞鐵化合物之製取，及其檢驗法。實驗 72 則習如何將亞鐵變成鐵，及如何作適當之檢驗。

指導——a. **製二氯化鐵**。於試管中置小鐵釘約一匙許，或鋼絲絨一小束，而加入稀鹽酸，其量適足將鐵溶盡。將酸溫熱俾作用迅速進行。鑑定所生之氣體。說明其臭，及不可溶性之黑色殘渣。

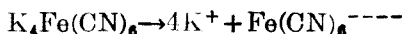
將液體濾入盛沸水約 50 耗之小燒瓶中。加入鐵釘數枚，而鬆塞瓶口，僅於傾出少許溶液時取去瓶塞。注意溶液之顏色。試作二氯化鐵 (FeCl_2) 生成之方程式。

b. **二氫氧化鐵**。將上述之二氯化鐵傾出 5 耗入一試管

中，而加入稀氫氧化銨，至溶液搖盪後發出氨臭爲止。沈澱爲何物？試作此物生成之方程式。

濾過，將濾紙連沈澱攤開，放置令其乾燥。注意沈澱露於空氣中，顏色上所起之變化。

c. 檢驗。取二氯化鐵溶液約 5 坫，加入亞鐵氰化鉀 ($K_4Fe(CN)_6$) 溶液約 1 坫。注意其白色沈澱立即開始轉成藍色。試作方程式，假定亞鐵氰化鉀起離子化如下：



另取一份二氯化鐵溶液，加入鐵氰化鉀 ($K_3Fe(CN)_6$) 溶液。注意其所生之顏色。注意其有無沈澱，抑僅屬一種有顏色之溶液。欲確定顏色極深之溶液之顏色，宜用多量之水稀釋之。

再取一份二氯化鐵溶液，加入硫氰化鉀 ($KSCN$) 溶液。其結果應不然。

試舉亞鐵鹽 (Fe^{++}) 之一種明確檢驗法。

[註] 將餘存之二氯化鐵溶液，留供實驗 72 之用。

實 驗 72.

鐵 化 合 物

器具：小燒瓶；三腳架；石棉網；木生燈；單孔橡皮塞附有木生活門（第 98 圖）；試管及架。

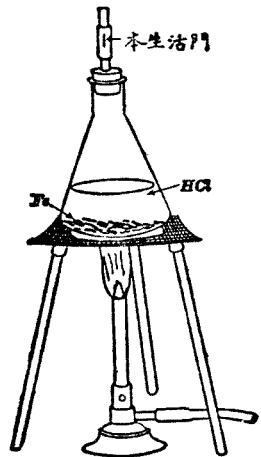
物料：二氯化鐵溶液（取自實驗 71）；濃鹽酸及硝酸；濃氫氧化銨；亞鐵氰化鉀，鐵氰化鉀，及硫氰化鉀三種溶液；銅絲絨；鐵屑。

亞鐵變成鐵——將餘剩之二氯化鐵溶液（實驗 71）與少許濃鹽酸及硝酸共煮沸約 2 分鐘。視其顏色之變化——是乃三價鐵溶液之特點。硝酸供作氧化劑 將下方程式完成之：



三氫氧化鐵——取三氯化鐵溶液一部分，加過量之氫氧化銨。設其沈澱為綠色，則上述之作用（稱為氧化）未曾完全，應重作一次。試作三氫氧化鐵 ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) 生成之方程式。解釋實驗 71 中製成之二氫氧化鐵，其顏色之變化。

檢驗——重作實驗 71 (c) 中之諸檢驗，用三氯化鐵溶液以代二氯化鐵。試舉三價鐵鹽之二種明顯之檢驗法。



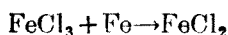
第 98 圖

燒瓶附有本生活門

三價鐵化合物之還元——將餘剩之三氯化鐵溶液置小燒瓶¹（第 98 圖）與數滴濃硫酸，及少許鐵屑或小鐵釘共煮沸。作用務令猛烈進行，直至三價鐵化合物之特殊顏色消失為止。傾

¹ 製亞鐵化合物時宜於燒瓶裝一本生活門。此活門乃橡皮管一小段，其側旁割一裂口，而塞其端。

出清液少許，而立即檢驗其亞鐵離子 試完成下方程式：



綜該下列諸試劑對於亞鐵及三價鐵化合物之結果列成表式

如下：

試 劑	亞 鐵	三 價 鐵
氫 氧 化 銨		
亞 鐵 氰 化 鉀		
鐵 氰 化 鉀		
硫 氰 化 鉀		

隨意實驗——試碘化氫及硫化銨分別對於三氯化鐵溶液之作用 試解釋其結果。將碳酸鈉溶液加入三價鐵鹽之溶液中，試測其起何變化。

實 驗 73.

金屬之硝酸鈷檢驗法

器具： 鑷子；吹管；本生燈。

物料： 木炭塊（或燒石膏塊）；硫酸銨；硝酸鈷溶液（5%）；硫酸鋁；碳酸鎂；未知物。

緒引——硝酸鈷（ $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ ）常用於分析工作，以檢驗數種金屬，以其與金屬氧化物化合，生成化學的有色化合物 故如鋁化合物，經吹管焙燒熱而變成氧化物時，如再與硝酸鈷共熱，即得藍色。此時氧化物即成爲鋁酸鈷。同樣，鋅化合物，如與硝酸鈷

共熱，即生鈷及鋅之複合氧化物，其顏色亦相似。

鋅——於炭塊上用鑷子尖端挖一小洞。取鋅化合物少許，如硫酸鋅，置入此洞，而以小吹管焰之焰尖，吹及該化合物，(第 99 圖)俾儘量燒熱之。迨殘渣冷卻後，試記錄其顏色。



第 99 圖 用吹管焰吹於炭上

將硝酸鈷溶液一二滴，滴於殘渣上而再強熱之。迨其冷卻，記錄留於炭塊上之物質之顏色。

鋁——於炭塊上，再挖一新洞，而以鋁化合物如硫酸鋁少許，置入洞中，而重作如鋅化合物之檢驗法。記錄所得之特種顏色。

鎂——重作前項實驗，用鎂化合物，如碳酸鎂或硫酸鎂。將該物加熱至發光亮熾燒。冷卻之，而以極微量之硝酸鈷溶液浸潤熔融之質。再強熱之，迨物冷卻後，小心注意其美麗之着色。

未知物——自教師取得鋁，鋅，或鎂之化合物少許，而以吹管及硝酸鈷溶液鑑定金屬。

隨意實驗——鉛之簡便檢驗，即炭檢驗法。取鉛一片置氧化焰中熱之，而視其結果。以氧化鉛與碳酸鈉相混，而共置炭塊上，熱於還元焰中。注意其金屬小球。

實驗 74.

金屬之取代

器具： 試管及架.

物料： 鋅條五枚 (10×1 吋); 砂皮; 硫酸銅, 硝酸鉛, 硝酸銀, 硝酸鋅, 及硝酸亞汞之溶液; 稀硫酸; 鉛條三枚; 銅條四枚.

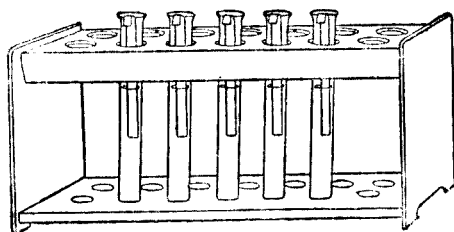
鋅——剪鋅條 (10×1 吋) 五枝, 每條均以砂皮擦淨. 於五試管內分置硝酸鉛, 硫酸銅, 硝酸銀, 硝酸亞汞, 及稀硫酸各 5 毫. 每管上均標以所盛物質之式, 並記出每種之陽離子之符號. 每一溶液中均置入鋅條一支, 令鋅條之頂端彎曲, 掛於管口上. (第 100 圖).

經 5—10 分鐘, 取出鋅而細察之. 須知細粉之金屬, 其外形, 與堅結而磨光之同一金屬, 極不相同. 將所得結果表列如下:

金 屬 條	溶 液	附 着 物
鋅 等	硝 酸 鉛	鉛

鉛——預備光亮清淨之鉛片三條. 於三試管中分置硝酸亞汞, 硝酸銀, 硫酸銅之溶液各 5 毫. 每管均標記如上, 而各置入鉛片一條. 迨後察之, 並表列其結果.

銅——同法預備銅片四條，而置諸另一組之試管內，管內分盛硝酸鉛，硝酸銀，硝酸鋅，及硝酸汞諸溶液。注意留於試管內之溶液，顏色



第 100 圖 金屬條一部浸入溶液中

上之變化。 並記其正面及反面之結果。 凡生正面結果者各作表明其離子之方程式 其生反面結果者，各解釋其所以然。 試將所得結果與實用化學第 445 頁金屬之取代順序比較之。

隨意實驗——研究稀硫酸對於一部分塗有他種金屬（見本實驗第一段）之鋅條及對於潔淨鋅條之作用。其作用有何差別？ 塗有他種金屬之金屬稱為“偶”。此偶中何一金屬被酸所侵蝕——較活潑者，抑較不活潑者？塗鋅鐵（鉛皮）及馬口鐵皆偶之例也。 試解釋塗錫之鐵何以較塗鋅之鐵易於生銹。

實 驗 75.

錫 之 氯 化 物

器具：試管；本生燈。

物料：錫；濃鹽酸；濃硝酸；二氯化汞及三氯化鐵之溶液。

緒引——自錫之於金屬取代順序 [§ 470] 中之位置觀之，當料此金屬能與鹽酸相反應，而遊離出氫。惟錫能生成兩種氯化物，即二氯化錫 (SnCl_2) 及四氯化錫 (SnCl_4)。二氯化錫易氧化

成四氯化錫，四氯化錫遇適當之藥劑，能還元成二氯化錫。反之，此等變化中所用之藥劑，其本身則一被還元，一被氧化。將此等化合物與實驗 71 及 72 中之亞鐵及鐵化合物比較之。錫化合物在紡織工業上甚為重要。

指導——a. 於試驗管內置金屬錫一小塊（約 1 克），而注加濃鹽酸 5 蚝及水 5 蚝。必要時溫熱之，俾不絕起猛烈作用，直至錫消失為止。所放出之氣體為何物？其作用為徐緩抑為急速？

b. 欲確知生成錫之何種氯化物，可取此錫溶液數滴加入二氯化汞 (HgCl_2) 溶液 5 蚝中。所生成之白色沈澱，為一氯化汞 (HgCl)。今試再加數滴錫溶液，而緩熱其混合物。所生成之暗灰色沈澱為金屬汞。此點對於由鹽酸作用於錫而生成錫化合物有何證明？試作其反應方程式。

c. 取三氯化鐵 (FeCl_3) 溶液 1 蚝，以 3 蚝之水沖稀之，而以原有之錫溶液少許逐滴加入，至顏色起變化而止。顏色上起何變化？須記三價鐵鹽在稀溶液中為紅棕色，而亞鐵鹽則為無色。試作反應方程式。錫化合物內起何種之變化？

d. 加濃硝酸 10 滴於 5 蚝之原有錫溶液中，而加熱至沸騰。將溶液冷卻，而如 b 以二氯化汞溶液檢驗之。二氯化錫起何變故？此項變化能由空氣所觸發否？二氯化錫溶液，如何可保

持其不起變化?

隨意實驗——取 d 中之四價錫化合物少量與少許錫粒共煮沸數分鐘。於是加入二氯化汞溶液，而與 b 中所得之結果比較之。試作此反應之化學方程式。此處所起者爲何種化學變化?

實 驗 76.

鉛 之 鹽 類

器具： 試管；本生燈。

物料： 硝酸鉛，碘化鈉，碘化鉀，硫化氫諸物之溶液；稀硝酸及鹽酸。

緒引——鉛之鹽類多不可溶，且易自溶液中起沈澱而製成，又具呈明顯之顏色，故其外形之熟諳，對於鑑定化合物上，頗有借助也。

指導——a. 置硝酸鉛溶液 3 耗於試管中而以水 5 耗沖稀之，於是加入硫化氫之溶液。試舉沈澱之名並述其性狀。作此物生成之方程式。加入稀硝酸 5 耗。此項沈澱可溶於硝酸中否?

b. 以水 5 耗沖稀 3 耗之硝酸鉛溶液，而加入 10 滴稀鹽酸。試舉沈澱之名，並述其性狀。作此物生成之方程式。加熱溶液。起何變化? 再於流水下冷卻之。有何現象? 如此對於氯化鉛之溶解度有何結論? 曾製得其他之不可溶性氯化物否? 此等氯化物之間將如何區別之?

c. 硝酸鉛溶液 3 耗, 用水 5 耗沖稀, 加入碘化鈉或鉀之溶液 3 耗. 作此反應之方程式. 加熱溶液至沸騰. 有何變故? 再將溶液冷卻. 碘化鉛具有何種性質?

d. 硝酸鉛溶液 3 耗, 用水 5 耗沖稀之, 加入稀硫酸 10 滴. 試舉沈澱之名並述其性狀. 曾製得其他之不可溶性硫酸鹽否?

e. 綜駁如何利用此等實驗以鑑定溶液中之鉛之化合物? 此等實驗中, 何者對於鉛為較靈敏之檢驗法.

隨意實驗——用重鉻酸鉀 ($K_2Cr_2O_7$) 代碘化鉀而重作 c 段實驗. 試舉沈澱之名並述其性狀. 作此物生成之方程式.

就下列諸物, 取一種或多種, 作鉛之檢驗: 錫藥 (鐵), 茶鉛¹ (錫鉛齊 Pb 97—99%, Zn 1—3%), 鉛字金, 黑鉛, 子彈, 鉛筆中之“鉛”. 先試取該物溶於溫熱之稀硝酸中, 於是濾過, 而以濾液作鉛之檢驗.

實 驗 77.

銅 化 合 物

器具: 試管及架; 小燒瓶; 三腳架; 石棉網; 本生燈.

物料: 硫酸銅, 氯化鈉, 氯化銅, 硫酸鈉等物之結晶; 銅屑; 濃鹽酸; 氫氧化鈉溶液; 石蕊紙; 亞鐵氰化鉀溶液; 濃氫氧化銨.

二價銅離子之色——試管四個各盛水 15 耗, 分別溶入硫酸銅, 氯化銅, 氯化鈉, 硫酸鈉各物結晶一小顆. 注意溶液之顏色. 二價銅, 鈉, 硫酸根及氯諸離子之色各若何?

¹ tea lead

亞銅化合物——取二氯化銅一茶匙，溶於小燒瓶內之 15 坵水中。加入銅屑一茶匙，及濃鹽酸 5 坵，而緩和煮沸之，至綠色全消為止。將其產物之半傾入 100 坵水中。亞銅離子之顏色爲若何？試作二價銅鹽被銅還元之方程式。

於餘剩之一氯化銅溶液中加入氫氧化鈉溶液，至溶液呈強鹼性。注意沈澱之顏色。試加熱後之效果。試作表此等變化之方程式。

二價銅化合物——以石蕊紙檢驗硫酸銅之溶液。就離子說以解釋其反應。（參見實用化學 § 287.）

加氫氧化鈉溶液於硫酸銅之冷溶液中，俟其沈澱完全生成為止。注意其沈澱之顏色。將混合物加熱至不復起變化為止。試作此等變化之方程式。

二價銅離子之檢驗——加硫酸銅溶液數滴於半試管之水中，而後加入亞鐵氰化鉀溶液。其沈澱爲亞鐵氰化銅 ($\text{Cu}_2\text{Fe}(\text{CN})_6$)

二價銅離子尙有一特殊檢驗法，即以濃氫氧化銨逐滴加入銅溶液，至不復生變化而止。其深藍色即由於錯合之銅氨離子 ($\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{++}$)。

隨意實驗——試檢尋硫酸銅之如何用作殺蟲藥（巴黎綠）及作殺菌劑（波多混劑）。參考各種農藝或園藝書籍，可讀得詳細之方法。

實驗 78.

照相術上之銀化合物

器具： 試管及架；漏斗；淺皿或淺盤。

物料： 硝酸銀溶液；溴化鉀溶液；濾紙；照相顯像粉一管；一硫代硫酸鈉（大蘇打）溶液；氯化鉀溶液。

緒引——感光乾片或軟片係塗以和入膠中之溴化銀 (AgBr)。乾片露光之後(目不能見其變化),置之顯像溶液中。此項溶液含有自苯衍生之數種碳化合物,如焦性沒食子酸, 苯二酚,¹ 及甲氨基酚² 等,其作用於溴化銀,與乾片各部所受光度之強弱成比例。溴化銀被還元成金屬銀,遂成爲像。迨像形已具適度之濃厚,即將乾片沖洗,而置之一硫代硫酸鈉(大蘇打)之溶液中,此物可令未經光及顯像液作用之溴化銀盡行除去。至是乾片上不復起變化,故其像形,謂之已經“定像”,而“底片”(負像)以成。

本實驗應於暗室或裹以黑紙之試驗室內爲之。

指導——a. 光對於溴化銀之作用。加硝酸銀溶液 5 毫於溴化鉀溶液 5 毫中。記述其沈澱及其生成之方程式。將沈澱少許傾於濾紙上,而置直射日光下數分鐘。隔數分鐘後察之。

將試管內餘剩之沈澱露於明亮之光中數秒鐘,於是加入顯

¹ hydroquinone ² metol

像液 5 坵。令其作用繼續二三分鐘。記述沈澱中所起之變化。於是加一硫代硫酸鈉 (大蘇打) 之飽和溶液 5 坵, 而搖盪其混合物。一硫代硫酸鈉 加入之效果爲若何?

b. 溴化銀, 不露光。加硝酸銀溶液 5 坵於溴化鉀溶液 5 坵中, 惟所生成之溴化銀絕不令露光。於是加入 5 坵之顯像劑。貯於暗處數分鐘。結果如何? 加入“大蘇打”溶液 5 坵。試將其結果與 a 中之結果比較之。

c. 印像。將少許硝酸銀溶液傾入淺皿中而取塗膠紙片一張浮於液面。取出紙片, 令其乾燥。於是再浮之於另一皿中少許氯化鉀溶液之面。再令紙乾燥。諸此手續均須於暗室內爲之。置鑰匙或鏤花金屬板於紙上, 而露於光中數分鐘。於暗弱之光下察之。然後浸紙於顯像溶液中 2 分鐘。洗過而置之“大蘇打”溶液中 10 分鐘。再洗透, 乾燥而黏於鈔簿上。

隨意實驗——試求照相顯像劑中加有碳酸鈉之理由。又求顯像溶液中加極少量之溴化鉀之理由。顯像劑中往往加入亞硫酸鈉, 此物之功效何在? 定像液中往往含明礬少許及微量之酸。何故?

實 驗 79.

銀, 汞, 鉛之離析

器具: 試管及架; 漏斗; 水生燈。

物料: 硝酸銀鉛及汞之溶液; 鹽酸, 濃及稀; 硝酸, 濃及稀; 氫氧化銨, 濃及稀; 鉻酸鉀之溶液; 銅條; 濾紙; 石蕊紙; 未知溶液。

氯化銀——於硝酸銀 (AgNO_3) 溶液 5 坩中，加等體積之水，而後逐滴加入稀鹽酸。每加一滴，將液搖盪，而令沈澱澱下，直至次加之一滴，不再產生沈澱爲止。沈澱爲何物？試作方程式。

令沈澱澱下，而後傾去液體。其中含有何物？ 沈澱內加蒸餾水少許，而搖盪其混合物。令沈澱澱下，而再傾去其液體。今試以此氯化銀溶於沸水中。氯化銀是否可溶於熱水中？

將餘剩之氯化銀分成兩部分。一分內加稀氫氧化銨。氯化銀是否可溶於氫氧化銨中。另一分氯化銀則置之日光中，而逾時察之。

一氯化汞——於硝酸亞汞 (HgNO_3) 5 坩中加入蒸餾水 5 坩，於是加稀鹽酸，逐滴加入，至作用完全而止。試作方程式。 用冷水洗滌沈澱；於是將此分成兩份。一氯化汞可溶於熱水否？ 於另一份沈澱中加少量濃氫氧化銨。可溶性亞汞鹽如何檢驗之？

氯化鉛——用蒸餾水 5 坩沖稀 5 坩之硝酸鉛 ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) 溶液，而後加入鹽酸，逐滴加入，至沈澱完全而止。試舉沈澱物之名，而作其方程式。 用冷水洗滌沈澱，而與蒸餾水共煮沸。氯化鉛是否可溶於熱水中？

將此溶液分成二份。一份中加鉻酸鉀 (K_2CrO_4) 溶液。其沈澱爲何物？作方程式。 他一份俟其冷卻後察之。可溶性鉛鹽

如何檢驗之?

離析法——於試管內製成硝酸銀，硝酸鉛，及硝酸汞溶液之混合物。加入稀鹽酸至沈澱完全爲止。濾過而用少許冷水洗滌沈澱出之氯化物。

欲使鉛離析，可用沸水將沈澱洗透，而保留其洗液。三種氯化物中，何者當被溶解？就濾液中檢驗此種化合物之存在與否。

其次欲使銀離析，可用稀氫氧化銨洗滌留於濾紙上之沈澱，而保存其洗液。今此何一氯化物被溶解？何者留於濾紙上？濾液中加稍過量之硝酸（用石蕊紙驗之）。試舉沈澱之名。

最後，欲證明濾紙上所留之殘渣中含有一種汞之化合物，可取王水少許（濃鹽酸 1 坵與濃硝酸 0.5 坵）注入沈澱上，而集其濾液於清淨試管內。以水 5 坵沖稀所得之溶液，而置入明亮之銅片一條。經數分鐘後，取去銅，洗之擦之。解釋其結果。

未知物——自教師領取一種溶液，其中含有此等金屬（銀，汞，鉛）一二種者，而分析該溶液。將所得正面以及反面之結果一併報告。

實 驗 80.

銀 幣 之 分 析

測定雙角幣中銀之百分率

器具： 2 燒杯；三腳架；石棉網；本生燈；攪棒；漏斗；洗瓶；角盤天平；天平及法碼；鐵環臺。

物料： 雙角幣；濃硝酸；稀鹽酸；濾紙。

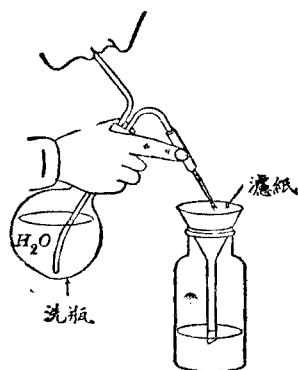
緒引——將雙角幣溶於硝酸中，金屬（銀及銅）即變成硝酸鹽。加鹽酸即令銀成氯化銀而澱出，濾過，乾燥後稱之。由氯化銀之重量，即可計算銀幣中銀之重量及其所占之百分率（成數）。

指導——將清淨之銀幣稱至 0.01 克，置之小燒杯中，而注入硝酸（用等體積之水沖稀）約 20 耗。迨猛烈之作用已過，將溶液緩緩溫熱之，必要時再加酸以溶解金屬。於是加蒸餾水 30 耗以沖稀溶液。

徐徐加鹽酸於金屬硝酸鹽溶液中，至沈澱完全為止。其溶液須保其溫熱，且猛烈攪拌，直至沈澱易於沈下，而餘存完全清澄之液體而止。欲證明其沈澱已臻完全，可再加一滴鹽酸。此事

如何可證明沈澱之完全？

於漏斗內預置一稱過之濾紙。沿攪拌傾清澄經過濾紙。然後將所有沈澱盡移至濾紙上。可用攪棒及洗瓶之噴水，俾沈澱得盡行移出，不稍遺存。再用蒸餾水洗滌沈澱數次（第 101 圖），於是放置一旁，俾沈澱於濾紙上乾燥。宜將沈澱置之乾燥



第 101 圖 用洗瓶洗滌沈澱

箱內，則可使完全乾透，而濾紙不致燃去。

稱得所生成之氯化銀之重量。由此重量及原子量約數（書末附表）計算雙角內銀之重量。最後，推算銀幣內銀之百分率。

將所作推算盡行記錄，並將各種數據及結果表列之。

隨意實驗——欲測定銀幣中銅之百分率，可收集取出氯化銀後之濾液及洗液。將此液加熱至近於沸騰，而徐徐不絕加入氫氧化鈉清溶液，至沈澱完全而液體對石蕊紙呈確定之鹼基性反應而止。二氫氧化銅 ($\text{Cu}(\text{OH})_2$)。最初生成時為淡藍色沈澱，惟此沈澱立即轉成棕色而生成一氧化銅。

使此液輕沸騰約 5 分鐘，而後移其沈澱於濾紙上。令濾紙連沈澱乾燥之。置之已用過之瓷坩堝內，燒燬濾紙。氧化物有一部分為燒燬濾紙之炭所還元，故應以濃硝酸一二滴潤濕其殘渣。將坩堝燒熱，先極緩和，繼強熱之，使硝酸銅變成氧化銅。冷卻後稱之。由所得氧化銅之重量，可計算銀幣中銅之百分率。

實 驗 81.

染 色

器具：燒杯；攪棒。

物料：苦酸及蘇木之濃溶液；棉布條（1 英寸×2 英寸）；毛絨線；碳酸鈉溶液（3%）。

緒引——今日所用之染料幾盡屬製自煤焦油之複雜有機物質。多種染料均可溶於水，如將布置於此種有色溶液中，染料即能結着於布上。絲及毛以此法染色尤為易事。惟此外尚有許多有色物質，須與一種金屬氫氧化物共同使用時，方有染料之功

效，此種金屬氫氧化物，稱為媒染劑。設在存有染料時，氫氧化物澱着於布物上，則此氫氧化物足以固着色質於纖維之間。染料有因所用媒染劑不同而得不同之顏色者，故一種布上用一種染料，往往可染成雜色之花樣。

指導——a. 直接染色。 於一燒杯內半盛苦酸之濃溶液。置入白棉布¹一小塊及白毛絨線數股。煮沸約 5 分鐘。務令布物完全浸沒染料中。取出棉布及絨線，用水洗透。比較其結果。何種纖維上染色牢固？

用蘇木溶液以代苦酸，而重作上實驗。

b. 用媒染劑之染色。 棉布上媒時，可將布先浸入硫酸鋁之溶液，而瀝去多餘之液體。於是浸布於氫氧化銨中而再瀝去其過多之液體。此時布中結着有何種化合物？試作其生成之方程式。

將上媒過之布，置蘇木溶液中，煮沸約 5 分鐘。洗滌乾燥之。將上媒棉布所染蘇木之色與未上媒棉布所染蘇木之色比較之。

布及絨線乾燥後，均黏之鈔簿上（分別標識）。

隨意實驗——染料有無需媒染劑而能固着染棉者。剛果紅即此類之一種染料也。試製含碳酸鈉 2 克，硫酸鈉 10 克及剛果紅 0.2 克於水 100 毫升之溶液。將溶液加熱至沸，而浸入潮濕而未上媒之棉布一條，繼續煮沸 5 分鐘。取出布條，洗過，而驗該布染色是否固着。

¹ 先須將棉布上之所有雜質除盡，可置布條於燒杯內，而傾入碳酸鈉溶液（2% 之溶液）。將液煮沸 5 分鐘。取出布條，而用水洗透。

實 驗 82.

漆 料

器具： 試管；漏斗；濾紙；本生燈。

物料： 碘化鉀，二氯化汞，鉻酸鉀（飽和），醋酸鉛（飽和），三氯化鐵（25%），亞鐵氰化鉀（25%），氫氧化鈉（10%）諸溶液；木片；亞麻仁油；松節油；脫脂棉。

緒引——漆料乃顏料，展色料（或載荷體）及乾燥劑之混合物。顏料者乃粉碎之不可溶性有色粉末。顏料之價值，可就其料底，¹ 遮蓋力，乾燥性，持久性及其色度之美豔而定。展色料者乃一種流體（如亞麻仁油或硝棉），作為顏料之載荷體，² 露於空中即起氧化，而產生一種堅硬而彈性之表面。乾燥劑則所以增加漆料之乾燥性者也。油漆之乾燥，由於氧化；水繪料，硝棉漆（噴漆 及 酒漆（蟲膠漆）之乾燥，則由其一種成分之蒸發。本實驗內，將製造數種代表的顏料。

指導—— a. **鮮深紅**。³ 試管內半盛碘化鉀溶液。加入二氯化汞溶液。濾過，洗滌，而乾燥其沈澱。試舉產物之名，記述其顏色，並作其生成之方程式。

b. **鉻黃**。於試管內半盛鉻酸鉀之濃溶液，而加入醋酸鉛之溶液。猛搖試管。濾過，洗滌，而乾燥其沈澱。試舉產物之名，

¹ body ² carrier ³ brilliant scarlet

記述其顏色，並作其生成之方程式。

c. 普魯士藍。¹ 於試管內，盛三氯化鐵滿及三分之一，而加入等體積之亞鐵氰化鉀溶液。濾過，洗滌，而乾燥其沈澱。注意沈澱之顏色。試舉其化學名稱。

d. 鉻橙。製第二份之鉻酸鉛 (b)，傾出液體，沈澱中加入氫氧化鈉溶液約 5 坵。將此混合物緩和煮沸數分鐘，至沈澱變成橙色。此項顏料為一種鹽基性鉻酸鉛，其組成視作用進行之時間短長，而頗有不同。濾過，洗滌，而乾燥其沈澱。注意其顏色。

e. 勃侖士威克綠。² 此顏料，由重晶石 (BaSO_4)，普魯士藍，及鉻黃三者依各種比例混合而成。其色度可製成自淡綠黃至深藍綠不等之一組。在清淨之濾紙上，將少量之鉻黃與等量之普魯士藍相混和。記錄其結果所得顏料之色。

f. 每次濾紙上餘存之殘渣中，加亞麻仁油數滴。善事混和之，每種顏料用一清淨之木片。加入一二滴之松節油，以製成相當堅實之漆料。用清淨之脫脂棉一塊蘸所製成之每種漆於鈔簿上各塗一方 (1 寸見方)。每方之漆下，標明顏料之名。

實 驗 83.

錳 化 合 物

器具：試管；鐵坩堝。

¹ Prussian blue ² Brunswick green

物料：固體氫氧化鉀；氯酸鉀；二氧化錳；高錳酸鉀；硫酸亞鐵結晶；硫化銨；氫氧化鈉；氯化錳溶液；硫酸。

緒引——前經（實驗 5）用二氧化錳作自氯酸鉀製氧時之觸媒，又作自鹽酸製氯之氧化劑。在後一反應中，又知錳之原子價自二氧化錳 (MnO_2) 中 4 變而為氯化錳 ($MnCl_2$) 中 2。錳之化合物頗為複雜，即以其原子價之繁多 (2, 3, 4, 6, 7)，亦以其有時為成鹽基元素，¹ 有時又為成酸元素。² 本實驗內僅就數種較重要之錳化合物求習知其性質。

指導——a. 高錳酸鉀 ($KMnO_4$)。注意此化合物之色及結晶形。取高錳酸鉀約 0.1 克，溶於滿及試管四分之一之水中。其溶液之色為何？欲明其具有氧化劑之作用，可溶硫酸亞鐵之小結晶於水中，水內先加有硫酸二滴，於是加入一滴之高錳酸鉀溶液。硫酸亞鐵當被變成硫酸鐵。將如何證明之？實施檢驗。本實驗內對於高錳酸鉀盡起變化一點，有何證據？

b. 亞錳鹽類。於兩試管內，各置二氯化錳 ($MnCl_2$) 約 5 耗。於是第一管內加入硫化銨 ($(NH_4)_2S$)。其產物是否為一種硫化物？作方程式。第二管內加入氫氧化鈉溶液。注意其沈澱之色。作方程式。

c. 錳化合物之檢驗。於鐵坩堝中，將氫氧化鉀 5 克與氯

¹ base-forming element ² acid-forming element

酸鉀 25 克之混合物熔融。小心加熱，至混合物適可熔融，於是自坩堝下取去燈火，而徐徐加入二氧化錳細粉 5 克，同時用鐵絲猛烈攪拌之。以小燈火臨坩堝下，同時不絕攪拌，至不起湍泡為止。加蓋於坩堝上，而再熱 5 分鐘。令坩內物冷卻，而用少量之冷水處理之；傾出清液。溶液之顏色為何？此色乃錳酸根離子之特點。

d. 此數實驗內，吾人見何種顏色為高錳酸鹽所特具？為錳酸鹽所特具？為亞錳鹽所特具？

實 驗 84.

鉻 化 合 物

器具：試管。

物料：重鉻酸鉀（一縮二鉻酸鉀）；氫氧化鉀溶液（10%）；稀硝酸；稀硫酸；氫氧化鈉，硝酸鉛，氯酸銀，氯化鉀之溶液；硫酸鉻；硫化鉍。

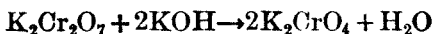
緒引——鉻亦如錳，原子價頗為繁多，而既為成鹽基元素，又為成酸元素。亞鉻及三價鉻化合物，與亞鐵及三價鐵化合物相仿。惟三價鉻化合物較為重要。其為成酸元素時，鉻酸鹽正與硫酸鹽相仿；例如 K_2CrO_4 及 K_2SO_4 。重鉻酸鉀 ($K_2Cr_2O_7$) 為許多鉻化合物製造之原料。鉻酸鹽及重鉻酸鹽之式書如下，可便於習記：

鉻酸鉀 $K_2O : CrO_3 = 1 : 1$

重鉻酸鉀 $K_2O : 2CrO_3 = 1 : 2$

重鉻酸鹽與硫酸之混合物爲強氧化劑，於實驗室內用以清淨化學玻璃器。

指導——a. 由重鉻酸鹽成鉻酸鹽。取重鉻酸鉀約 5 克，溶於水 25 坵中。注意其色，爲重鉻酸根離子之特點。將氫氧化鈉溶液徐徐傾入此重鉻酸鹽溶液中，同時不絕攪拌，至結果所得液體，呈純黃色爲止。此種顏色變遷所示之化學變化，可由下方程式表之：



注意鉻酸根離子特具之顏色。

b. 由鉻酸鹽成重鉻酸鹽。於上所製成之鉻酸鉀溶液內，加入稀硝酸，至顏色之變遷，表示其化學變化已達完全爲止。試作此項化學反應之方程式。用硫酸代硝酸，重作此實驗。

c. 不可溶性鉻酸鹽。將硝酸鉛及氯化鋇之溶液分別加入兩份之鉻酸鉀稀溶液中。記述其沈澱，並作所包括之方程式。用重鉻酸鉀溶液重作此實驗。比較其沈澱。

d. 鉻之鹽類。取硫酸鉻約 1 克溶於水 25 坵中。此溶液中所存之離子爲何？取此溶液一份，加入氫氧化鈉溶液，先以少量，繼則過量。記述其沈澱，並所包括之變化。於另一份硫酸鉻

溶液中加入硫化銨。濾出沉澱，洗滌至無臭，而確定其是否為一種硫化物。小心記述所作者何事，所得者何物。

實驗 85.

簡單化合物之鑑定

器具： 試管；本生燈；鉑絲；木炭塊；鉛玻璃。

物料： 硝酸銀，氯化鋇，硝酸鈷，及硫酸亞鐵諸溶液；稀鹽酸及硝酸；濃硫酸；硼砂；未知物。

緒引——化學上最有趣味最切實用之部門有數，定性分析亦其一也。吾人藉此可確定物料中存有何種元素。今日此門化學，其精確程度之所至，幾自成一特殊之技術及特殊之學科。本實驗內，當將前此所習若干金屬及酸類之檢驗，作一實施的復習。可取少量之物料試樣，其組成先不之知。每作一項檢驗，祇須用極少之一部分，而恆須保存少許，以證實所得之結果。又將所作檢驗，及其結果，雖屬反面者均加記錄，為簡明之表列，亦殊有益。追確定未知物中為何物，應即施以種種適當之證實檢驗。

指導——a. 設物料為固體，宜即由 (1) 用清淨之鉑絲作焰色檢驗，(2) 硝酸鈷檢驗，(3) 硼砂珠檢驗，為初步之查察。

b. 置物料於小硬玻璃管中，儘量加熱。管中如有水分，可指為結晶水或為機械含持之水。如成焦黑，則示其為一種有機化

化合物。有無色氣體發生，或係碳酸鹽，或係銨化合物，或係亞硫酸鹽。如生棕色煙，則示其為硝酸鹽，亞硝酸鹽，或溴化物。生紫色煙，係一種碘化物。如結成昇華物，則為汞化合物或銨化合物之徵。

c. 加稀鹽酸。如湍泡而生無色氣體，示係碳酸鹽，或亞硫酸鹽，硫化物。棕色煙示係亞硝酸鹽。

d. 加濃硫酸。無色之氣體，示係氯化物或硫化物，亞硫酸鹽，碳酸鹽，醋酸鹽。棕色煙表溴化物，硝酸鹽或亞硝酸鹽。紫色煙表碘化物。

e. 設未知物全部或一部分可溶於水中，則就水溶液檢驗其是否氯化物，硫酸鹽或硝酸鹽。

f. 加鹽酸。如有沉澱即示有銀，或汞（亞），或鉛，可依實驗 79 離析之。

g. 用鹽酸令液體略呈酸性，而通入硫化氫。黃色沉澱示錳、錫（四價）。黑色沉澱示銅，汞（二價），或鉛。棕色沉澱示錫（亞）。

h. 將溶液煮沸，而用氫氧化銨令溶液呈鹼性。於是加入硫化銨。黑色沉澱示有鐵，鈷或鎳。白色沉澱示鋅或鉛。粉紅色沉澱示錳。

i. 將溶液煮沸，而加氯化銨，後再加碳酸銨溶液。白色沉

澱示鋇, 鋇或鈣. 試焰色檢驗.

j. 該溶液除去上述諸金屬或證明其無存在後, 或猶含有鎂, 鈉, 鉀及銨等. 取溶液少許, 加以磷酸鈉 (Na_2HPO_4). 白色之結晶沉澱即示鎂. 鈉及鉀易由焰色檢驗檢知之. 銨化合物則當與氫氧化鈉共熱時, 即生氮臭.

設上列任何金屬, 均經鑑定, 則宜探求該化合物之諸特性, 而施數種證實檢驗.¹

勿忘記錄各人所領得未知物之號數, 並稱述決定其所含者為何, 附本人之理由.

¹ 關於此點, 宜參閱定性分析教件書.

附 錄

水蒸氣壓力, 或水氣張力

(水銀耗數)

溫 度	壓 力	溫 度	壓 力	溫 度	壓 力
0°C.	4.6 耗	11°C.	9.8 耗	22°C.	19.8 耗
1°	4.9	12°	10.5	23°	21.0
2°	5.3	13°	11.2	24°	22.3
3°	5.7	14°	12.0	25°	23.7
4°	6.1	15°	12.8	26°	25.1
5°	6.5	16°	13.6	27°	26.7
6°	7.0	17°	14.5	28°	28.3
7°	7.5	18°	15.5	29°	29.9
8°	8.0	19°	16.5	30°	31.7
9°	8.6	20°	17.5	50°	92.3
10°	9.2	21°	18.6	100°	760.0

重 要 氣 體 之 密 度

(在標準狀況下1呎之重量約數)

氫(H ₂).....	0.09 克
氦(He).....	0.18 克
甲烷(沼氣 CH ₄).....	0.72 克
氨 NH ₃	0.77 克
乙炔(電石氣 C ₂ H ₂).....	1.16 克
一氧化碳(CO).....	1.25 克
氮(N ₂).....	1.25 克
空氣.....	1.29 克
一氧化氮(NO).....	1.34 克
氧(O ₂).....	1.43 克
硫化氫(H ₂ S).....	1.54 克
氯化氫(HCl).....	1.64 克
二氧化碳(CO ₂).....	1.98 克
氧化二氮(N ₂ O).....	1.98 克
二氧化硫(SO ₂).....	2.93 克
氯 Cl ₂	3.17 克

溶解度表

S= 可溶於水；P= 微溶於水；I= 不可溶於水；Ia= 不溶於水及稀酸中。

	醋酸鹽	溴化物	碳酸鹽	氯化物	氫氧化物	碘化物	硝酸鹽	氧化物	磷酸鹽	硫酸鹽	硫化物
鋁	S	S	—	S	I	S	S	I	I	S	—
鉍	S	S	S	S	S	S	S	—	S	S	S
銀	S	S	I	S	P	S	S	—	I	Ia	S
鈣	S	S	I	S	P	S	S	—	I	P	P
銅	S	S	I	S	I	S	S	I	I	S	Ia
亞鐵(Fe ⁺⁺)	S	S	I	S	I	S	S	I	I	S	I
鐵(Fe ⁺⁺⁺)	—	S	—	S	I	—	S	I	I	S	—
鉛	S	P	I	P	I	I	S	I	I	Ia	Ia
鎂	S	S	I	S	I	S	S	I	I	S	I
錳	S	S	I	S	I	S	S	I	P	S	I
亞汞(Hg ⁺)	P	I	I	I	—	I	S	I	I	P	Ia
汞(Hg ⁺⁺)	S	S	I	S	I	I	S	I	I	S	Ia
鎳	S	S	I	S	I	S	S	I	I	S	I
鉀	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
銀	S	Ia	I	Ia	—	Ia	S	I	I	P	Ia
鈉	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
亞錫(Sn ⁺⁺)	S	S	—	S	I	S	—	I	I	S	Ia
錫(Sn ⁺⁺⁺)	S	S	—	S	I	S	—	I	I	—	Ia
銻	S	S	I	S	I	S	S	I	I	S	I

溶解度通則

(此等規則之例外甚少且不重要)

1. 一切鈉, 鉀, 鉍之化合物均可溶於水。
2. 一切硝酸鹽, 氯酸鹽, 醋酸鹽均可溶於水。
3. 一切氯化物均可溶, 銀, 汞(亞汞), 鉛之氯化物例外(鉛亦微可溶)。
4. 一切硫酸鹽均可溶, 銀, 鉛, 鈣之硫酸鹽例外(鈣亦微可溶)。
5. 一切碳酸鹽均不可溶, 鈉, 鉀, 鉍之碳酸鹽例外。
6. 一切氧化物及氫氧化物均不可溶, 鉍, 鈉, 鉀, 銀之氫氧化物例外(氫氧化鈣微可溶)。

重要元素表

附元素符號,原子量約值,及原子價

元素	符號	原子量約值	原子價	元素	符號	原子量約值	原子價
氫	H	1	I	錳	Mn	55	II IV
氦	He	4	—	鐵	Fe	56	II III
碳	C	12	IV	鎳	Ni	58.7	II
氮	N	14	III V	銅	Cu	63.6	I II
氧	O	16	II	鋅	Zn	65	II
氟	F	19	I	溴	Br	80	I
鈉	Na	23	I	銀	Ag	108	I
鎂	Mg	24	II	錫	Sn	119	II IV
鋁	Al	27	III	碘	I	127	I
矽	Si	28	IV	鋇	Ba	137	II
磷	P	31	III V	鎢	W	184	VI
硫	S	32	II IV VI	鉑	Pt	195	IV
氯	Cl	35.5	I	金	Au	197	I III
鉀	K	39	I	汞	Hg	200	I II
鈣	Ca	40	II	鉛	Pb	207	II IV
鉻	Cr	52	II III VI	鐳	Ra	226	II

中外度量衡換算表

近百年來，世界各國除英美外，幾盡採用米制，今稱標準制，取其單位間之關係俱以十進，簡單易曉也。吾國新訂之市制，亦以此為基礎。茲將標準制市制及英美制之單位換算列表如下，以便核計。標準制長度以米為單位，體積以升為單位，千分之一升為毫，舊時認其即等於一立方釐(c.c.)，今則知其略有出入，而改用毫矣。重量以克為單位。此三單位，下表中分別以黑體字標之，惟化學上所應習知者以釐，毫，克為最重要。

標準制——市制——英美制

10 釐 (mm.)	=	1 釐 (cm.)	=	3 市分	=	0.394 英寸 (in.)
100 釐	=	1 米 (m.)	=	3 市尺	=	3.281 英尺 (ft.)
1000 米	=	1 杆 (km.)	=	2 市里	=	0.6214 英里 (mil.)
1 立方釐 (c.c.)	=	1.000027 毫 (ml.)				
1000 毫	=	1 升 (l.)	=	1 市升	=	0.22 加侖 (gal.)
10 毫 (mg.)	=	1 釐 (cg.)				
100 釐	=	1 克 (g.)	=	3.2 市分	=	15.43 格冷 (gr.)
1 毫水於 4°C. 時重		1 克				
1000 克	=	1 鈞 (kg.)	=	2 市斤	=	2.20 磅 (lb.)

市制——標準制——英美制

10 市分	=	1 市寸	=	3.33 釐	=	1.31 英寸
10 市寸	=	1 市尺	=	0.33 米	=	1.09 英尺
1500 市尺	=	1 市里	=	0.5 杆	=	0.31 英里
		1 市升	=	1 升		
10 市分	=	1 市兩	=	31.25 克	=	1.1023 盎司 (oz.)
16 市兩	=	1 市斤	=	0.5 鈞 (500 克)	=	1.1023 磅

英美制——標準制——市制

		1 英寸	=	2.54 釐	=	0.76 市寸
12 英寸	=	1 英尺	=	0.31 米	=	0.91 市尺
3 英尺	=	1 碼 (yd.)	=	0.92 米	=	2.74 市尺
1760 碼	=	1 英里	=	1.61 杆	=	3.22 市里
1.1507 英里	=	1 海里	=	1.85 杆	=	3.70 市里
		1 加侖	=	4.55 升	=	4.55 市升
437.5 格冷	=	1 盎司	=	28.35 克	=	0.91 市兩
16 盎司	=	1 磅	=	453.5 克	=	0.91 市斤
2000 磅	=	1 噸	=	1016 鈞	=	20.32 市擔

實驗室用品

(下列各表,均依照分類排列,其次序與原書之從字母者異)

器具——個人用

- | | |
|---------------------------------|---|
| 試管(軟玻璃) (12) 15 厘米 × 2 厘米 | 玻璃瓶, 細頸, 1000 毫升 |
| 試管(軟玻璃) 20 × 2.5 厘米 | 玻璃瓶 (4), 廣口, 250 毫升 |
| 試管, 刻度, 25 毫升 | 試劑瓶(H_2SO_4 , HCl , HNO_3 , NH_4OH) |
| 燃燒試管(派來克司玻璃), 15 × 2 厘米. 附單孔橡皮塞 | 120 克玻璃塞, 刻字 |
| 試管架, 備裝 12 試管 | 集氣槽, 附瓶架, 或座 |
| 試管刷 | 濾紙 (25), 徑約 10 厘米 |
| 直長氯化鈣管, 有球, 長 15 厘米, 附單孔橡皮塞 | 海棉 |
| 燃燒管長 20 厘米, 內徑 1.5 厘米 | 橡皮塞, 單孔, (2) 試管用, (1) 燃燒試管用, (2) 燃燒管用, (1) 250 毫升燒瓶用 |
| 滴藥管 | 橡皮塞, 雙孔, (1) 500 毫升燒瓶用, (2) 廣口瓶用, (1) 大試管用, (1) 250 毫升燒瓶用 |
| 玻璃管 (1 磅) 外徑 5 毫米及 7 毫米 | 橡皮管, 60 厘米, 徑 6 毫米 |
| 漏斗, 60°, 6.5 厘米 | 橡皮管, 15 厘米, 徑 5 毫米 |
| 長頸漏斗, 頸 25 厘米 × 6 毫米 | 結晶皿, 徑 7.5 厘米 |
| 錶皿 (3), 徑 6.5 厘米 | 蒸發皿, 瓷, #1 |
| 玻璃棒 (2), 攪拌用, 長 15 厘米, 徑 5 毫米 | 砂皿, 錫或鐵 |
| 燒杯 (3), 100 毫升, 250 毫升, 400 毫升 | 盤, 瑪瑙淺, 1 呎 |
| 燒瓶有側管, 蒸餾用, 250 毫升 | 坩堝 瓷, 有蓋, #0 |
| 三角燒瓶 (錐瓶), 125 毫升, 附單孔橡皮塞 | 坩堝, 鐵皮, 有蓋, 50 毫升 |
| 三角燒瓶 250 毫升 | 瓦管三角 (泥三角), 大小適於承 #0 坩堝 |
| 平底燒瓶 500 毫升 | 研鉢及杵, 瓷, 約 7.5 厘米 |
| 曲頸瓶, 短管口, 磨砂玻璃塞, 120 克 | 燃燒匙, 匙徑 1 厘米 |
| 玻璃蓋片 (4) 7.5 × 7.5 厘米 | 三腳架, 鐵, 承燃燒之各種器皿 |

鐵臺，附 3 環

本生燈

本生燈異形帽

鐵絲網及石棉心網，12.5×12.5 種

鉛絲，#28，5 種（或線路齊絲 15 種）

天平¹，角盤，臂長 19 種，感量 0.01 克

法碼，上等，50 克至 0.01 克，分數法碼，

均裝有蓋木匣內

鑷，黃銅，鈇法碼用

鑷，鐵，7.5 種

簧夾（摩爾氏²），中號

夾，鐵絲製，夾試管用

夾（2），鐵，小，夾滴管，試管等

三角銼，12.5 種

吹管，黃銅，21 種

器具 —— 合用

（十）

〔註〕 本表不列隨意實驗內所用之器具

玻璃管，軟玻璃（5 磅），外徑 6 至 13 耗，

粗細俱全

2 玻璃，盛酸，約 2½ 磅

5 玻璃蓋片，10×10 種

10 鈷玻璃片，加倍厚，5×5 種

4 滴定管，50 耗，刻度至 0.1 耗，摩爾式，連附件

5 吸量管，10 耗，容量分析

5 冷凝器，李比希式，或螺旋式，38 種

1 刻度圓筒，250 耗

1 刻度圓筒，500 耗

玻璃珠，小，（1 磅）

1 打玻璃，500 耗

橡皮管 7 耗（1.8 米），冷凝器用

100 木塞，上等，長形，大小俱備（#7, 8, 9, 10, 15）

1 塞木塞鑽孔器（六件一套）及刮鋒刀。

5 張砂皮，#1

5 坩堝，海賽³式（砂），深 10 種

5 盤，鐵，12.5 種，淺式砂皿

5 大夾，鐵環塞用

5 夾 霍夫門⁴螺旋

1 打茶匙 鐵，（鎳鎘）

2 圓銼

1 鉗，有鋒口

1 剪刀，剪割金屬

1 玻璃切割器

5 電缸，10×12.5 種

6 乾電池

5 導電度測定器（第 71 圖）

5 電解器（第 29 圖）

1 啓普發生器

5 水鍋，銅，12.5 種

1 水蒸餾器，自給，煤氣加熱，（孫譯⁵用）

¹ 教師有主用較佳之天平（第 10 圖）者，有玻璃圓片及玻璃支稜，裝於玻璃匣內，而無騎碼。此時如輪流使用，每 2 具，可供十人之用。² Mohr ³ Hesse ⁴ Hoffman

化學第 34 圖)

- 5 溫度計, 刻度自 -10° 至 $+110^{\circ}$ C.
 1 氣壓計, 汞
 1 輕液浮計
 2 放大鏡 (柯定登¹)
 1 顯微鏡, 複 (接目鏡 25 耗, 接物鏡 17 耗及 4 耗)
 2 天平, 臺秤, 附騎碼 (0-10 克), 及法碼 1 克至 500 克

- 1 打尺, 木製, 標準制, 30 釐
 1 滅火器 (派翁)
 1 乾燥箱
 1 鼓風燈
 1 鼓風器, 用發動機轉動, 或足踏
 1 包蠟燭
 2 包點烟木梗
 1 簡便醫藥箱, 貯救急用品

物 料

(十人)

[註] 隨意實驗不在內

- | | |
|---------------------------------|------------------------------------|
| 4 盎斯木炭, 粉 | 1 磅鐵屑, 淨, 細, 或鋼絲絨 |
| 1 磅骨炭 | 8 盎斯鐵粉, 氫還元 |
| 1 盎斯溴 | 8 盎斯銅皮, 厚 $\frac{1}{8}$ 耗 |
| 1 盎斯碘, 重昇華, U.S.P. ² | 2 磅銅屑, 淨, 細 |
| 2 磅硫 | 18 磅硫酸 c.p. ³ (密度 1.84) |
| 4 盎斯白磷 (黃磷), 棒狀 | 12 磅鹽酸 c.p. (密度 1.19) |
| 1 盎斯紅磷, 無定形 | 7 磅硝酸 c.p. (密度 1.42) |
| 1 盎斯錫, 粉 | 1 磅醋酸 (30%) c.p. |
| 4 盎斯鈉, 金屬 | 1 磅蟻酸 (50%) |
| 1 盎斯, 鎂, 金屬, 帶狀 | 8 盎斯草酸, 結晶, c.p. |
| 1 磅鉛, 金屬, 箔 (茶鉛) | 4 盎斯苦酸 |
| 8 盎斯鉛, 金屬, 細粉 | 1 加侖酒精, 變性 |
| 8 盎斯錫, 粒狀 | 2 升酒精 (乙醇, 95%) |
| 2 磅鋅, 粒狀 (生鋅) | 1 磅過氧化氫, U.S.P. |
| 1 磅鋅, 皮 | 2 磅 硫化碳 (商品) |
| 4 盎斯汞, 金屬重蒸餾 | 1 磅四氯化碳 (商品) |

¹ Coddington ² U.S.P. = United States Pharmacopoeia 美國藥局方³ c.p. = Chemical pure 化學純粹。

- 5 磅二氧化矽(矽石,砂)
- 10 磅氫氧化銨, c.p. (密度 0.90)
- 1 磅氯化銨, c.p.
- 1 磅硫化銨溶液
- 8 盎司硝酸銨, 結晶, c.p.
- 2 盎司草酸銨, 結晶, c.p.
- 1 盎司鉍酸銨, 結晶, c.p.
- 5 磅氯化鈉(食鹽), 精, 白
- 2 磅氫氧化鈉, 棒狀
- 2 磅一硫代碳酸鈉(大蘇打)
- 1 磅碳酸鈉, 結晶(洗濯碱)
- 8 盎司碳酸鈉, 乾, 純
- 1 磅鹼石灰, 粒狀
- 1 磅酸性碳酸鈉(焙用碱)
- 1 磅硝酸鈉, 結晶, c.p.
- 1 磅硫酸鈉, 結晶
- 1 磅酸性亞硫酸鈉, 乾, 純
- 1 磅硼砂粉
- 1 磅矽酸鈉溶液(水玻璃), 純
- 1 磅醋酸鈉, 粉, 無水
- 8 盎司過氧化鈉, 粉,
- 8 盎司磷酸鈉(二鈉), 結晶, c.p.
- 1 磅氫氧化鉀, 棒狀
- 1 磅硝酸鉀, 結晶, c.p.
- 1 磅氯酸鉀, 小結晶, c.p.
- 8 盎司重鉻酸鉀, 結晶, c.p.
- 8 盎司鐵氰化鉀, 結晶
- 8 盎司草酸鉀鈉(羅氏鹽)
- 4 盎司氮化鉀, c.p.
- 4 盎司溴化鉀, c.p.
- 4 盎司碘化鉀, 結晶, c.p.
- 4 盎司碳酸鉀, 結晶, c.p.
- 4 盎司高錳酸鉀
- 4 盎司鉻酸鉀, 結晶, 純
- 4 盎司亞鐵氰化鉀, 結晶, c.p.
- 4 盎司酸性酒石酸鉀(酒石乳)
- 4 盎司草酸鉀
- 1 盎司硫氰化鉀, c.p.
- 1 盎司氯化銦, c.p.
- 5 磅碳酸鈣(大理石碎片)
- 1 磅碳酸鈣(沈澱白型)
- 5 磅硫酸鈣(燒石膏)
- 1 磅硫酸鈣(石膏)
- 2 磅氯化鈣(熔融或粒狀)
- 8 盎司氯化鈣, 結晶, c.p.
- 2 磅氧化鈣(生石灰), 錫罐
- 1 磅碳化鈣
- 1 磅漂白粉(氯化石灰)
- 4 盎司氯化鋇, c.p.
- 8 盎司氯化鋇, 結晶, c.p.
- 1 磅硫酸鎂, 結晶(瀉鹽)
- 8 盎司硫酸鎂, 粉
- 4 盎司氧化鎂
- 1 磅氧化鉛(密陀僧)
- 1 磅硝酸鉛, c.p.
- 8 盎司碳酸鉛(鉛白)
- 4 盎司醋酸鉛, 結晶, c.p.
- 8 盎司硫酸鋅, 結晶
- 8 盎司二氯化汞(昇汞)
- 8 盎司一氧化汞, 紅色
- 4 盎司硝酸亞汞, 純
- 1 盎司硝酸錳, c.p.
- 1 磅明礬(硫酸鉀鎂)
- 8 盎司硫酸鉛, 結晶

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| 1 磅高嶺土 (瓷土) | 1 聽洋橄欖油 |
| 1 磅硫鐵礦 | 1 磅澱粉, 小麥 |
| 1 磅硫酸鐵 (亞鐵), 結晶, c.p. | 1 磅澱粉, 馬鈴薯 |
| 1 磅硫化鐵 (亞鐵), 棒狀, 製 H_2S | 1 聽松節油 |
| 4 盎司三氯化鐵, c.p. | 4 盎司膠, 食 |
| 1 盎司氯化鈷, c.p. | 1 包奶餅 |
| 1 盎司硝酸鈷, c.p. | 4 盎司棉, 脫脂 |
| 1 盎司硫酸鎳 | 8 盎司甘油, 白, U.S.P. |
| 1 磅氯化銅, c.p. | 4 盎司蘇木 |
| 1 磅硫酸銅, 結晶, c.p. | 1 盎司燕支紅 |
| 4 盎司硫酸銅, 無水, c.p. | 10 克一品紅 |
| 8 盎司氧化銅, 粉, c.p. | 1 包斐林溶液藥片 |
| 8 盎司氧化銅, 絲狀 | 1 盎司石蕊方塊 |
| 4 盎司硝酸銀, 結晶, c.p. | 2 管石蕊紙—100 條, 紅色 |
| 2 磅二氧化錳, 粒狀, 無碳 | 2 管石蕊紙—100 條, 藍色 |
| 4 盎司二氧化錳, 粉, c.p. | 10 克甲基藍 |
| 4 盎司氯化錳 | 1 盎司玻璃絨, 細絲 |
| 4 盎司硫酸錳, 乾, 純 | 8 盎司鋼絲絨 |
| 1 磅氫, 硫酸 | 3 方尺石棉紙, 厚 $\frac{1}{2}$ 吋 |
| 1 磅蠟 (37%) | 8 盎司羊皮紙 |
| 2 磅糖, 粒 | 32 方寸銅網, 80 網目 |
| 1 磅葡萄糖 (糖漿) | 12 炭塊, 吹管用 |
| 1 聽糖漏, 上用品 | |

雜物——學者須知上列各表, 凡自家內或本地商店, 易於取得之各種物品, 均不列入。如蘋果, 焙用粉, 麵包, 米飯, 牛酪, 人造牛酪, 烟煤及無烟煤, 花洋布, 棉布, 毛織物, 毛絨線, 絲, 蔴, 交織物, 氣油, 火藥, 鐵釘, 燈油, 機械油, 亞麻仁油, 標籤, 火柴, 肉, 麥片, 牛乳, 蛋, 落花生, 波特蘭水泥, 橡皮帶, 卡斯梯爾肥皂, 醋, 家用氨, 鮑屑, 木片及木梗, 燭, 照相顯像粉, 及釀母餅等是。

附隨意實驗用器具及物料

(括弧內數字指實驗節數)

燃燒管長 30-40 吋, 內徑 15 耗 (14) | 測氣管, 100 耗, 刻度至 $\frac{1}{2}$ 耗 (17)

- U形管, 15種, 附二單孔橡皮塞, 備裝二鉑極(第72圖)(41)
- 燒瓶, 平底, 60 耗(28)
- 浮計, 注射器式, 檢驗電池用(28)
- 派氏過氧化物甌式卡計(如美國 Standard Calorimeter Co., E. Moline, Ill. 所製)(55)
- 氣油蒸餾器, 附電熱器, 如美國礦業局技術公報第166及214號第恩(E. W. Dean)所述之式(58)
- 巴壳克驗乳器件, 酪脂用(64)
- 分光儀, 本生式如第90圖(47)
- 屈洛克(Truog)土壤酸度檢驗器件(52)
- 錫(箔或粒)(1,2,38)
- 鋅, 粉, (3)
- 二氧化鉛(4, 8)
- 氯酸鈉(6)
- 鈣, 金屬(7)
- 三氧化二鐵, 紅色(9)
- 鎂, 粉(14)
- 焦性沒食子酸 純(15)
- 鋁, 絲(17)
- 鐵, 鋼琴絲(17, 35)
- 鎳, 粉, “還元”(16)
- 二氯化錫, c.p.(26)
- 氯化鎂(26)
- 氯化銻(26)
- 醋酸鈣(34)
- 橡皮, 天產(34)
- 硫酸銨(36)
- 二氧化錫(56)
- 氧化鉛(密陀僧)(56)
- 甲醇(59)
- 磷灰石(磷酸鈣)(52)
- 醋酸鉛, 結晶(53)
- 硫化鋅(53)
- 茜素漿, 20%(68)
- 剛果紅(81)

此外尚有易自家內或鄰近商店取得之物品若干種。

對 數 表

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0000	0043	0086	0128	0170	0212	0253	0294	0334	0374	4	8	12	17	21	25	29	33	37
11	0414	0453	0492	0531	0569	0607	0645	0682	0719	0755	4	8	11	15	19	23	26	30	34
12	0792	0828	0864	0899	0934	0969	1004	1038	1072	1106	3	7	10	14	17	21	24	28	31
13	1139	1173	1206	1239	1271	1303	1335	1367	1399	1430	3	6	10	13	16	19	23	26	29
14	1461	1492	1523	1553	1584	1614	1644	1673	1703	1732	3	6	9	12	15	18	21	24	27
15	1761	1790	1818	1847	1875	1903	1931	1959	1987	2014	3	6	8	11	14	17	20	22	25
16	2041	2068	2095	2122	2148	2175	2201	2227	2253	2279	3	5	8	11	13	16	18	21	24
17	2304	2330	2355	2380	2405	2430	2455	2480	2504	2529	2	5	7	10	12	15	17	20	22
18	2553	2577	2601	2625	2648	2672	2695	2718	2742	2765	2	5	7	9	12	14	16	19	21
19	2788	2810	2833	2856	2878	2900	2923	2945	2967	2989	2	4	7	9	11	13	16	18	20
20	3010	3032	3054	3075	3096	3118	3139	3160	3181	3201	2	4	6	8	11	13	15	17	19
21	3222	3243	3263	3284	3304	3324	3345	3365	3385	3404	2	4	6	8	10	12	14	16	18
22	3424	3444	3464	3483	3502	3522	3541	3560	3579	3598	2	4	6	8	10	12	14	15	17
23	3617	3636	3655	3674	3692	3711	3729	3747	3766	3784	2	4	6	7	9	11	13	15	17
24	3802	3820	3838	3856	3874	3892	3909	3927	3945	3962	2	4	5	7	9	11	12	14	16
25	3979	3997	4014	4031	4048	4065	4082	4099	4116	4133	2	3	5	7	9	10	12	14	15
26	4150	4166	4183	4200	4216	4232	4249	4265	4281	4298	2	3	5	7	8	10	11	13	15
27	4314	4330	4346	4362	4378	4393	4409	4425	4440	4456	2	3	5	6	8	9	11	13	14
28	4472	4487	4502	4518	4533	4548	4564	4579	4594	4609	2	3	5	6	8	9	11	12	14
29	4624	4639	4654	4669	4683	4698	4713	4728	4742	4757	1	3	4	6	7	9	10	12	13
30	4771	4786	4800	4814	4829	4843	4857	4871	4886	4900	1	3	4	6	7	9	10	11	13
31	4914	4928	4942	4955	4969	4983	4997	5011	5024	5038	1	3	4	6	7	8	10	11	12
32	5051	5065	5079	5092	5105	5119	5132	5145	5159	5172	1	3	4	5	7	8	9	11	12
33	5185	5198	5211	5224	5237	5250	5263	5276	5289	5302	1	3	4	5	6	8	9	10	12
34	5315	5328	5340	5353	5366	5378	5391	5403	5416	5428	1	3	4	5	6	8	9	10	11
35	5441	5453	5465	5478	5490	5502	5514	5527	5539	5551	1	2	4	5	6	7	9	10	11
36	5563	5575	5587	5599	5611	5623	5635	5647	5658	5670	1	2	4	5	6	7	8	10	11
37	5682	5694	5705	5717	5729	5740	5752	5763	5775	5786	1	2	3	5	6	7	8	9	10
38	5798	5809	5821	5832	5843	5855	5866	5877	5888	5899	1	2	3	5	6	7	8	9	10
39	5911	5922	5933	5944	5955	5966	5977	5988	5999	6010	1	2	3	4	5	7	8	9	10
40	6021	6031	6042	6053	6064	6075	6085	6096	6107	6117	1	2	3	4	5	6	8	9	10
41	6128	6138	6149	6160	6170	6180	6191	6201	6212	6222	1	2	3	4	5	6	7	8	9
42	6232	6243	6253	6263	6274	6284	6294	6304	6314	6325	1	2	3	4	5	6	7	8	9
43	6335	6345	6355	6365	6375	6385	6395	6405	6415	6425	1	2	3	4	5	6	7	8	9
44	6435	6444	6454	6464	6474	6484	6493	6503	6513	6522	1	2	3	4	5	6	7	8	9
45	6532	6542	6551	6561	6571	6580	6590	6599	6609	6618	1	2	3	4	5	6	7	8	9
46	6628	6637	6646	6656	6665	6675	6684	6693	6702	6712	1	2	3	4	5	6	7	7	8
47	6721	6730	6739	6749	6758	6767	6776	6785	6794	6803	1	2	3	4	5	5	6	7	8
48	6812	6821	6830	6839	6848	6857	6866	6875	6884	6893	1	2	3	4	4	5	6	7	8
49	6902	6911	6920	6928	6937	6946	6955	6964	6972	6981	1	2	3	4	4	5	6	7	8
50	6990	6998	7007	7016	7024	7033	7042	7050	7059	7067	1	2	3	3	4	5	6	7	8
51	7076	7084	7093	7101	7110	7118	7126	7135	7143	7152	1	2	3	3	4	5	6	7	8
52	7160	7168	7177	7185	7193	7202	7210	7218	7226	7235	1	2	2	3	4	5	6	7	7
53	7243	7251	7259	7267	7275	7284	7292	7300	7308	7316	1	2	2	3	4	5	6	6	7
54	7324	7332	7340	7348	7356	7364	7372	7380	7388	7396	1	2	2	3	4	5	6	6	7
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9

對 數 表 (續)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
55	7404	7412	7419	7427	7435	7443	7451	7459	7466	7474	1	2	2	3	4	5	5	6	7
56	7482	7490	7497	7505	7513	7520	7528	7536	7543	7551	1	2	2	3	4	5	5	6	7
57	7559	7566	7574	7582	7589	7597	7604	7612	7619	7627	1	2	2	3	4	5	5	6	7
58	7634	7642	7649	7657	7664	7672	7679	7686	7694	7701	1	1	2	3	4	4	5	6	7
59	7709	7716	7723	7731	7738	7745	7752	7760	7767	7774	1	1	2	3	4	4	5	6	7
60	7782	7789	7796	7803	7810	7818	7825	7832	7839	7846	1	1	2	3	4	4	5	6	6
61	7853	7860	7868	7875	7882	7889	7896	7903	7910	7917	1	1	2	3	4	4	5	6	6
62	7924	7931	7938	7945	7952	7959	7966	7973	7980	7987	1	1	2	3	3	4	5	6	6
63	7993	8000	8007	8014	8021	8028	8035	8041	8048	8055	1	1	2	3	3	4	5	5	6
64	8062	8069	8075	8082	8089	8096	8102	8109	8116	8122	1	1	2	3	3	4	5	5	6
65	8129	8136	8142	8149	8156	8162	8169	8176	8182	8189	1	1	2	3	3	4	5	6	6
66	8195	8202	8209	8215	8222	8228	8235	8241	8248	8254	1	1	2	3	3	4	5	6	6
67	8261	8267	8274	8280	8287	8293	8299	8306	8312	8319	1	1	2	3	3	4	5	6	6
68	8325	8331	8338	8344	8351	8357	8363	8370	8376	8382	1	1	2	3	3	4	5	6	6
69	8388	8395	8401	8407	8414	8420	8426	8432	8439	8445	1	1	2	2	3	4	4	5	6
70	8451	8457	8463	8470	8476	8482	8488	8494	8500	8506	1	1	2	2	3	4	4	5	6
71	8513	8519	8525	8531	8537	8543	8549	8555	8561	8567	1	1	2	2	3	4	4	5	6
72	8573	8579	8585	8591	8597	8603	8609	8615	8621	8627	1	1	2	2	3	4	4	5	6
73	8633	8639	8645	8651	8657	8663	8669	8675	8681	8686	1	1	2	2	3	4	4	5	6
74	8692	8698	8704	8710	8716	8722	8727	8733	8739	8745	1	1	2	2	3	4	4	5	6
75	8751	8756	8762	8768	8774	8779	8785	8791	8797	8802	1	1	2	2	3	3	4	5	6
76	8808	8814	8820	8825	8831	8837	8842	8848	8854	8859	1	1	2	2	3	3	4	5	6
77	8865	8871	8876	8882	8887	8893	8899	8904	8910	8915	1	1	2	2	3	3	4	4	5
78	8921	8927	8932	8938	8944	8949	8954	8960	8965	8971	1	1	2	2	3	3	4	4	5
79	8976	8982	8987	8993	8998	9004	9009	9015	9020	9025	1	1	2	2	3	3	4	4	5
80	9031	9036	9042	9047	9053	9058	9063	9069	9074	9079	1	1	2	2	3	3	4	4	5
81	9085	9090	9096	9101	9106	9112	9117	9122	9128	9133	1	1	2	2	3	3	4	4	5
82	9138	9143	9149	9154	9159	9165	9170	9175	9180	9186	1	1	2	2	3	3	4	4	5
83	9191	9196	9201	9206	9212	9217	9222	9227	9232	9238	1	1	2	2	3	3	4	4	5
84	9243	9248	9253	9258	9263	9269	9274	9279	9284	9289	1	1	2	2	3	3	4	4	5
85	9294	9299	9304	9309	9315	9320	9325	9330	9335	9340	1	1	2	2	3	3	4	4	5
86	9345	9350	9355	9360	9365	9370	9375	9380	9385	9390	1	1	2	2	3	3	4	4	5
87	9395	9400	9405	9410	9415	9420	9425	9430	9435	9440	0	1	1	2	2	3	3	4	4
88	9445	9450	9455	9460	9465	9470	9474	9479	9484	9489	0	1	1	2	2	3	3	4	4
89	9494	9499	9504	9509	9513	9518	9523	9528	9533	9538	0	1	1	2	2	3	3	4	4
90	9542	9547	9552	9557	9562	9566	9571	9576	9581	9586	0	1	1	2	2	3	3	4	4
91	9590	9595	9600	9605	9609	9614	9619	9624	9628	9633	0	1	1	2	2	3	3	4	4
92	9638	9643	9647	9652	9657	9661	9666	9671	9675	9680	0	1	1	2	2	3	3	4	4
93	9685	9689	9694	9699	9703	9708	9713	9717	9722	9727	0	1	1	2	2	3	3	4	4
94	9731	9736	9741	9745	9750	9754	9759	9763	9768	9773	0	1	1	2	2	3	3	4	4
95	9777	9782	9786	9791	9795	9800	9805	9809	9814	9818	0	1	1	2	2	3	3	4	4
96	9823	9827	9832	9836	9841	9845	9850	9854	9859	9863	0	1	1	2	2	3	3	4	4
97	9868	9872	9877	9881	9886	9890	9894	9899	9903	9908	0	1	1	2	2	3	3	4	4
98	9912	9917	9921	9926	9930	9934	9939	9943	9948	9952	0	1	1	2	2	3	3	4	4
99	9956	9961	9965	9969	9974	9978	9983	9987	9991	9996	0	1	1	2	2	3	3	4	4
1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9

