

1.327
380

去裏室學化

桑世杰編著

中華書局印行

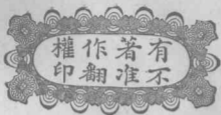
桑世杰著

化學室裏去

胡適題



民國三十八年三月發行
民國三十八年三月初版



化學室裏去（全一冊）

◎ 定價國幣四元

（郵運運費另加）

編著者 桑世杰

發行人 李虞杰
中華書局股份有限公司代表

印刷者 上海澳門路八九號
中華書局永寧印刷廠

發行處 各埠中華書局

序 一

今欲促進科學進步，當以改善中學科學教授方法為先務。方法之應改善處甚多，最重要者應各科一律注重學生個人實驗。今之中學校校長，亦多有見及此者，但又感經濟不敷支配，教師缺乏經驗，其實此非癥結之所在。目前最大的困難，完全因未有良好的實驗教程。果有之，則上述兩問題，皆不難解決。蓋因實驗教材，儘多儀器不需複雜，設備無待多費，並且倘能對於一切手術方法，解說詳盡，則教員實驗室中經驗，亦非最重要者。兩年前東吳教育系曾約我講授『中學化學教授法』凡數星期。當時除討論屬於理論方面之教授方法外，即研究現有之課本與實驗教程，前後經數日之久，結果終覺欲得一愜意之善本，竟憂憂難之。今觀桑子斯編，我認為真能適應現代之需要。蓋此書有足使中學校化學教員注意與試用之價值，其要點有三：（一）各種圖解之詳備，與方法指導之詳盡，可使教員在實驗室中省可省之時間，移作查考學生是否明白其實驗事項之用。試舉一例以明之：凡為化學教員者，應皆憶第一日初至化學室中，必先立實驗桌前，指示各項用具而高唱其名曰：若者為燒杯，若者為坩鍋。今後如採用此書為實驗教程，則開始之麻煩可免。（二）書中除每一試驗之末附有問題外，在方法中亦插有問題，使學生不僅習機械的工作，可以手腦並用。（三）尤應認識其語語根據經驗，蓋此書非桑子閉戶之創作，完全是四年間在化學實驗室中實驗之結果。近來出版

界對於化學實習書之貢獻，沉寂已久，故我今唯一之希望，即願此書早日出版，更希望能有同樣於此者，陸續隨此書出版，則教者學者兩受裨益不鮮也。

東吳大學文理學院教務長兼化學教授 潘慎明

序 二

近年以來，國內的新出版物，真是「汗牛充棟」，即前此所不注意的科學書籍，譯本同選本也出的不少，可是大都不是抄襲外國文，便是閉門造的車子，不合於實用。因為著譯的人多不是從個人的經驗同心得而著譯書籍，乃是從需要書籍而從事著譯，所以好的結果，自然難得了。近來桑君世杰本着他數年的教學經驗，自出心裁，成此應時需要的完美教科書「化學室裏去」，余讀完此書之後，覺得他釋理的顯明，取材之豐富，均由經驗得來，允為現代特出之傑作，尤為化學實驗教本中所罕觀。現值付梓的時候，特為介紹給化學的教讀同志們。

滬江大學化學系主任 徐作和

自 序

科學首重實驗，尤以化學爲最，可是國內關於化學實驗的教本却是很少，而且所取的材料，亦頗多不愜意處。我覺得這是研究自然科學者的責任：若能在閒暇的時候，本着一已的經驗，使我們國人所缺乏的東西，怎樣來補充它，怎樣使所有的些許再使它至於至善，雖自己的能力材幹，也許不及已往的貢獻，祇要能本“愚者或有一得”的精神，勇往直前，才是科學家的態度。

我在“東吳二中，”已有四個多年頭；這就是說“化學實驗”的講義，也編了四年多。其中的材料，在求適合有限的經濟，簡單的儀器，也就改了四次，纔於最近的兩個月內，匆匆的整理了，就成爲現在的形狀。因爲此後，不再教“化學，”所以怕這百餘張的廢紙，不久會遺散飄失，我想將此公之於世，藉以求同好之指教。至於內容，因爲是在短促的時間內，整理了一下，仍舊是不免有很多的錯訛，但是我覺得此中所採集之材料，頗適合國內各中學之實用，好在每本書總生着一張嘴，讓它自己來說，定比自己做序要實惠得多。況且“自序”之類，大抵總是惹人討厭的。

桑世杰

化學室裏去

目次

導言	1
實驗規則，實驗須知	1
普通實驗儀器圖	4
試驗一 長度、容積、重量之計量	1
試驗二 洗滌瓶之製法	4
試驗三 火藥之分解	7
試驗四 物理變化與化學變化	12
試驗五 元素、混合物、化合物	14
試驗六 物質在空氣中燃燒	16
✓試驗七 氧之製法	18
試驗八 氧之化學室製法	21
試驗九 氫之製法及其性質	24
試驗十 還原與氧化	27
試驗十一 水	30
試驗十二 二氧化二氫	32
試驗十三 溶液	34
試驗十四 結晶水	38
試驗十五 化合物之成分是一定否？	41

試驗十六	由定量之碳酸氫鈉應得定量之氯化鈉	43
試驗十七	氮及空氣之組成	44
試驗十八	氨與銨鹽	47
試驗十九	氮之氧化物	51
試驗二十	硝酸及其鹽類	54
試驗二十一	鋅之當量	57
試驗二十二	銀之當量	60
✓試驗二十三	氯	62
試驗二十四	氯化氫	65
試驗二十五	溴	68
試驗二十六	碘	71
試驗二十七	氟化氫	73
試驗二十八	酸類、鹽基類、鹽類	74
試驗二十九	酸類與鹽基類強度之比較	79
試驗三十	化學作用之類別	81
試驗三十一	金屬之置換	84
試驗三十二	硫	85
試驗三十三	硫化氫	86
試驗三十四	二氧化硫及亞硫酸	88
試驗三十五	硫酸之研究與酸性鹽之製法	91
試驗三十六	碳之研究	93
試驗三十七	火焰與焰色試驗	95

試驗三十八	火焰與吹管試驗	98
試驗三十九	二氧化碳	100
試驗四十	一氧化碳	103
試驗四十一	碳酸鈉與水解作用	106
試驗四十二	硝酸鉀製法	108
試驗四十三	棉布之漂白	110
試驗四十四	硬水與其提淨法	112
試驗四十五	硼砂與硼酸	114
試驗四十六	硼砂珠之試驗	115
試驗四十七	硝酸鈷之試驗	117
試驗四十八	未知物之檢查	118
試驗四十九	再論氧化與還原	119
試驗五十	青色寫真法	121
試驗五十一	礬類及其他複鹽	123
試驗五十二	氫氧化鋁	127
試驗五十三	銅與汞	129
試驗五十四	錳與鎳	132
試驗五十五	攝影化學	135
試驗五十六	化妝粉之鑑別法	137
試驗五十七	鉛、亞汞、銀之分析	139
試驗五十八	汞、鉛、鋇、銅、鎳之分析	141
試驗五十九	未知物之分析	144

試驗六十	肥皂之製法	144
試驗六十一	沼氣與電石氣	146
試驗六十二	酒精	148
試驗六十三	衣服之原料	151
試驗六十四	食物之成分	152
試驗六十五	牛乳之成分	154

附錄

I	米突制	156
II	Kipp's 氣體發生瓶	156
III	水蒸氣張力表	157
IV	金屬置換表	158
V	溶解表	159
VI	普通元素符號與原子量表	160

去裏室學化

實 驗 手 術

試驗一：長度，容積，重量之計量

試驗二：洗滌瓶之製法

試驗三：火藥之分解

* * * * *

試驗一 長度，容積，重量之計量

宗旨：本試驗的宗旨，在使未習物理學，及未盡諳米制 [Metric System(R)] 者，有機會熟習，一方面可以得到應知的手術，及關於儀器之長度或容積，和藥品之重量，嗣後一見之下，即能有一個約略的感覺。

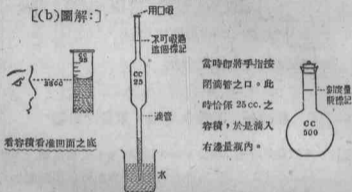
儀器：刻度試管或量筒；天平（精粗各一）；錶面皿；附厘米之尺桿；100 cc. 燒杯；滴管；量瓶（刻度）；量管。

藥品：5g 食鹽

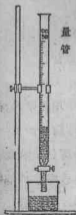
方法：1. 長度——(a)計量實驗室桌的面積：用厘米尺桿，把桌之長度及闊度，均計量下來，以求其面積。——(b)把所有的試管、吹管及三角錐均計其長度；又求濾紙的直徑或半徑。——(c)估計鉛筆、報告本及其他物品之長度；在後用厘米尺桿實測之。你的估計正確否？

2. 容積——(a)以 100 cc. 量筒, 以計燒杯、燒瓶、試管、曲頸甌之容積。——(b)以 25 cc. 滴管 (Pipette) 吸水, 來盛滿 500 cc. 量瓶 (Measuring Flask), 問滴管之容積是否恰等於量瓶之容積?

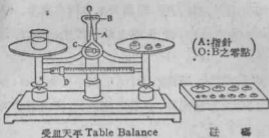
[(b)圖解:]



(c)——注水於量管內, 開其下端之活塞, 使水流出少許後又閉之, 水之容積即等於管壁所刻之度數。凡管壁上下二數間之差, 亦即管內在此二數間水之容積。取乾燥之硬質試管一支, 由量管注入 5cc. 之水。在 5cc. 之高度處, 可用三角銼在此試管壁刻一標記。又由量管注入 5cc. 水於試管內, 復刻之。如是以至於 25cc., 該試管即謂之刻度試管, 對於以後試驗, 有不少用處。

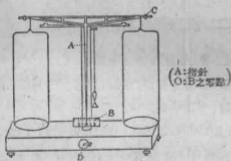


3. 重量——(a)用受皿天平以求錶面皿、蒸發皿、坩鍋之重量。從 0.5 g 至 1000 g 之重量, 均可



用受皿天平。天平在未用前，須先查察指針A是否在0點上；否則，移動螺釘C，以求達於0為A

之止點。1g至10g之重量亦可用D，移至所刻之數上即得。凡稱物品，將物品放於左盤，選相當砝碼置於右盤以平衡之。欲稱之物，不可直接放於盤上，須用紙片或鍍面皿盛取，毋忘！



(b)——用精細天平，先求得鍍面皿之重量後，再稱出5g食鹽。從0.01g至100g可用左式之天平。盒內砝碼如10mg者，即係0.01g；500mg

即0.5g。此項天平用時須仔細！燒熱之物，不可

即放盤上。凡取砝碼必用鑷子，稱時，先轉動升降樞D，觀察A是否止於0點，否則轉C螺以校正之。當指針左右擺動時，其距離0點之數，如一邊之數與他

邊先後兩次之平均數相等，即為天平平衡之表示，或者僅觀指針左右擺動，距 0 點之數若兩邊相等，即為平衡。

不用天平的時候，毋轉動 D，免使天平橫梁虛懸，自由擺動！即每次加砝碼時，亦須先旋下 D，使指針和天平盤均至靜止。

總之，化學天平係極精細之物，易受損傷。未用之前可先輕緩的研究其構造。一有損害，即報告教員，俾可糾正。事關全級之利害，切勿輕忽為要！

試驗二 洗滌瓶之製法

宗旨：練習玻管手術；軟木塞、橡皮管等之處置。

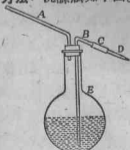
儀器：橡皮塞（或軟木塞）；木塞壓榨器；塞鑽；玻管；三角銼；圓銼；橡皮管；酒精燈；平底燒瓶。

方法：洗滌瓶如下圖。計需：500 cc. 燒瓶一只；橡皮管約 7 cm；

長約 30 cm 玻管一支；長約 10 cm 玻管二支。另加軟木塞（或橡皮塞）一個。

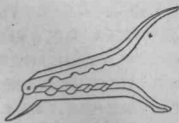
1. 軟木塞之穿孔：

燒瓶或試驗管等若需用木塞，須選塞之口徑較瓶或管之口徑稍大且無裂縫等者為佳，於是用木塞壓榨器（圖見下）緊壓數次，使其稍軟而易於穿孔，



A, B 玻璃 C 橡皮管 D 尖嘴管
E 500 cc. 燒瓶

用法！



又能配合瓶管之口徑。但曾經穿孔之塞，不能用此器，否則必碎壞。

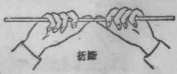
選定塞後，復擇大小與所用之玻管適宜之塞鑽一支，預備在塞上穿孔兩個。將木塞較細之一端，仰置桌面，乃直握塞鑽，不使傾斜，用力迴轉穿入如下圖。待塞鑽孔已深，乃將木塞離桌，用手握定，再鑽。至塞鑽前端將出塞之背面時，可拔出之，復從背面處穿入，如是定能得良好之孔。苟塞鑽之孔，為木屑充填，工作不捷，即應取出，用金屬棒通入孔中，以除去之。若用橡皮塞，尤須耐心為之，方得圓滿之孔。



又如孔小，可用圓錐略錐使大。

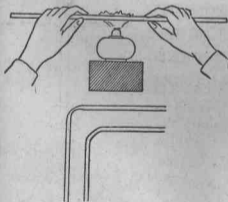
2. 玻管之配置：

- a 截斷法
- b. 彎曲法
- c. 抽細法



a. 截斷法——將選定之玻管，平放桌上，取三角銼以左手按定玻管，右手銼成顯明之痕線，用銼不宜前後推磨，致損銼齒。痕線既成，兩手執玻管如上圖，在痕之背面用指一折即斷。若較粗玻管，則可加深痕線，或周圍均刻一痕線，再折可也。折斷後，斷口鋒銳，易傷器具、皮管、手指等，故應將斷口在燈焰中熔成圓滑為要。用上法，截成30 cm 玻管一支，10 cm 玻管二支備用。

b. 彎曲法——取30 cm 玻管用頭號酒精燈（或酒精噴燈）在離一端5—7 cm 處彎成洗滌瓶（圖見前）B管，取10 cm 玻管一支彎成洗滌瓶A管。若玻管內部潮濕，先須徐徐烘乾。將管之欲彎曲處，置於火焰之最強處，執管於水平位置，平穩加熱，使欲彎曲部分均受均勻熱度

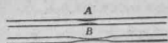


（如下圖），待玻管軟化，即離火焰，徐曲之，至成適當角度時為止。作成之曲管，不宜即放桌上，以致損及桌面，又防玻管因一部分失熱過速而破裂。彎曲玻管，最忌一部分過熱，而急欲彎曲；或用力太猛，手法欠平

穩敏捷。此種失敗係初學者所常有之事，應多加訓練為

要。上示下二圖即彎曲未得其法之玻管。

- c. 拉細法——取所備之另一 10 cm 玻管在焰中熱之，旋轉不息，使受熱之部均勻而至於柔軟，乃離焰，執其



A 熱而管壁變厚

B 引長時

兩端，徐徐引長至適當之徑如左圖。待冷，用三角銼輕斷之。再以焰熔融，使成圓滑，即得尖嘴如洗滌瓶之D。

3. 洗滌瓶之完成：

剪橡皮管約 7 cm 後，把所製一切如前圖配製起來，即成有用之洗滌瓶，用法如亦見前圖。

凡玻管插入塞中，須遠持玻管中部，先以水潤管，而徐徐旋入。否則猛力直進，管必中斷，且傷及手腕。慎之！

關於橡皮管，用後，必須與玻管脫離。否則久套玻管，將失其彈力，且易與玻管黏合，致難取下。橡皮管久置後，變硬，可用熱水浸泡，能復舊觀。

試驗三 火藥之分解

宗旨：練習過濾、洗滌、蒸發諸手術。

儀器：試管；錶面皿；瓷蒸發皿；玻棒；濾紙；漏斗架；漏斗；洗滌瓶；燒杯；放大鏡。

藥品：1g 火藥；二硫化碳。

說明：本試驗在練習過濾等手術，茲特說明火藥之成分及分解

原理，俾可明瞭下述方法之用意：

火藥 ↓ 成分	分解原理
硝酸鉀(純) 70%	白色斜方長柱晶；無臭；味鹹而涼；溶於水，水愈熱溶化愈易。
硫黃 10%	淡黃色；不溶於水；易溶於二硫化碳。由二硫化碳液中析出之硫黃成斜方八面體形晶體。
木炭 14%	黑色；不溶於水及二硫化碳。
水1%	.....

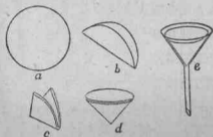
- 方法：
1. 取火藥 1g 置於試管。
 2. 加入 10 cc. 清水。
 3. 以大指緊按試管口，振搖之。
 4. 可稍加熱。
 5. 過濾。濾紙上存留的是甚麼？(?)
 6. 蒸發其濾液。內是甚麼？(?)
 7. 不溶物與濾紙，一併置入烘燥箱，烘乾之。
 8. 取上述之乾燥物，置入玻杯中(毋棄濾紙，備用)。
 9. 加適量之二硫化碳，攪以玻棒。
 10. 用舊濾紙，再過濾。留下的是甚麼？(!)
 11. 將上濾液置錶面皿上，放於通氣櫥或窗前通風處，令其自起蒸發。
 12. 取放大鏡，細察錶面皿上所結之晶(!)

13. 錶面皿上是甚麼? 晶作何狀?

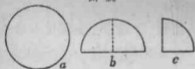
警誡：二硫化碳極易着火，甚為危險；且其氣體甚毒，用時不可近火，放於通氣櫥，令其自乾，係最妥法。

方法與經驗：（與上“方法”節並看）

A. 過濾及洗滌： 濾紙摺法如圖：先對摺如 b；次依照漏斗大小，摺成前面積四分之一



側 視



平 視

大小，摺成前面積四分之一之形如 c，展開成圓錐狀如 d，於是放入漏斗中，使其緊附漏斗之壁，潤以清水，即可備用。常置漏斗於漏斗架，下放受器，收其濾液。

當液體傾入漏斗時，宜以玻棒引傳而下如下圖，則不致污及器外而失

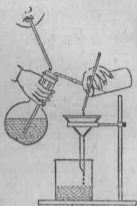
却些許濾液。傾液體藥品，瓶外籤條宜向上，問瓶蓋應怎樣執着？是否橫臥桌面？

凡過濾時，甚難將全部不溶物（或沈澱）傾入濾紙上，欲得圓滿結果，可右手執洗滌瓶，左手握燒杯，杯口橫放玻棒，以左手食指按住之如下圖。如



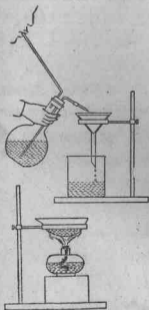
是，由洗滌瓶內吹入燒杯內部之水，使不溶物(或沈澱)皆可順流斜下，沿玻璃棒而至於漏斗中。

使濾紙上之不溶物(或沈澱)中無絲毫之可溶物夾雜其內，如本試驗之硝酸鉀以熱水使其與硫黃及木炭分離一般，則必須以熱水再三洗滌。洗滌時可用洗滌瓶的水，吹射濾紙之四圍及不溶物之全部。每次吹水洗滌，須待前



一次之積水均自濾紙流下後，方可再吹。左圖示洗滌沈澱及不溶物之形狀。

B. 蒸發： 濾液蒸發須用蒸發皿，一方面應備玻璃棒一支，玻璃棒製法一如截斷玻璃管之法，先用三角錐截斷後，斷口亦熔於焰上，使成圓滑。當直接用火焰蒸發如左下圖，至乾涸，液體常有損失，因氣化時常生起泡現象，致將濾液飛濺器外，故將乾涸之際，宜執燈於手，微微加熱；一方面時以玻璃棒拌和之，尤為首要。因欲免却以上危



險，將近乾涸時，最好用重溫鍋以熱氣來間接蒸發。如無重溫鍋 (Water bath)，可以燒杯替代之。參觀下左圖，當可明瞭。



盛固體(粉末)於試管



玻璃三角



上圖係三支玻璃棒依蒸發皿口徑之大小而用火力黏合之三角也。凡在風塵之處蒸發，不免時有灰塵飛入皿內，因此可在蒸發皿上，架此三角，上復置鍍面皿一具，自為善策。



C. 盛粉末於試管及其他：——固體粉末注入試管，常易沾及管壁或傾出管外；苟用狹長厚紙一條，對摺後，粉末置其間，漸漸置入管底，輕側紙條，則粉末盡在管中矣(圖見上)。

試管中液體加熱法：

- (1) 火焰須觸液之上部，但勿在液面之上。
- (2) 執試管於手指間如上圖a；時時旋轉，使熱均勻。
- (3) 若蒸氣之熱，使手不能執試管時，可用試管木夾夾之如b，或用紙條裹其頂，再執以手如c。
- (4) 液體急沸，常致外噴，故試管之口須背人，亦背已。

入 門 初 步

↓

試驗四：物理變化與化學變化

試驗五：元素，混合物，化合物

宗
旨

此二試驗，名之曰“入門初步”，蓋化學，簡言之，即為研究化學變化之科學。化學變化，何由發生？欲解答之，則須研究元素。有元素而後有化學變化。明乎化學變化，則化合物與混合物之區別自然亦明瞭矣。



試驗四 物理變化與化學變化

說明：物理變化僅變化其形態；化學變化乃變化其實質。

儀器：酒精燈；蒸發皿；試管；濾紙；漏斗；漏斗架。

藥品：10 cm 鐵絲；木片；2g 白糖；3g 食鹽；鋅粒；硫酸。

方法：（註：此段係著者節譯自麥費生，罕迭生氏之化學實驗改訂本）。

1. 執鐵絲一條，熱於燈焰。數秒鐘後，離火察之，有變化否？其實質改變否？此係物理變化，抑係化學變化？
2. 如前法，燒木片於焰？其變化與上有不同否？此係化學變化歟？

3. 置白糖於一乾潔試管，約積管底厚可 1 cm，熱之於燈焰之尖，待全部均生變化後，取出試之。其味仍甜否？其色如何？此物能溶於水否？白糖尚有留而未變者否？是化學變化否？
4. 置 1 g 食鹽於試管，加水少許使溶解。不妨用濾紙過濾。盛其濾液於蒸發皿中，而蒸至乾燥。此時，所得之固體為何物？其味如何？與原鹽之性質有少許不同否？
5. 試管中，置鋅粒一小粒。約加 5-6 cc. 水後，再加入硫酸三四滴。(1) 鋅溶化否？有氣體發生否？執一燃着之木片於試管之口，以驗其氣。結果？待作用已畢，乃以濾紙去其未溶之鋅。將濾液(取至通氣櫥或通風處)蒸發至乾。此係何種變化？蒸發後所得者為何物？其色？

問題：(1) 何謂化學變化？何謂物理變化？

(2) 將玻璃碾碎，成爲粉末，是化學變化否？

(3) 區別以下諸變化：問何者爲物理的？何者爲化學的？

(a) 食物之消化

(b) 燭之燃燒

(c) 燃煤

(d) 熄火

(e) 發酵

(f) 果實之腐敗

(g) 從羊毛織布

(h) 鐵器生銹

(4) 從櫥房中的事舉三件，來表明是屬於化學的變化。三件是屬於物理的變化。

(5) 蒸發將近乾涸的時候，要注意什麼？

試驗五 元素，混合物，化合物

儀器：磁鐵棒；放大鏡；試管；乳鉢與杵；濾紙；漏斗。

藥品：骸炭(coke)；食鹽；硫黃；鐵屑；汞；碘；稀鹽酸；木精(Methyl alcohol CH_3OH ，又名甲醇)。

說明：凡混合物混和之後，可用機械法分離之；化合物一經化合，非用化學方法不能分離，且其性質與原來成分完全不同。

- 方法：A. 取少許骸炭屑，與同量之食鹽混和之，此時何色？此係混合物抑係化合物？欲分離之，用機械法乎？將上混和之物置於試管，加少量水，振搖之。濾過。蒸乾其濾液。所得者為何物？濾紙上係何物？此機械法乎？
- B. 取汞一小球以同量之碘混和之，共置於乳鉢。再加二滴木精，使作用較速，但與變化作用無直接關係。研磨片時，轉為何色？此係何物？(R) 加碘少許，再研磨之。(!)此時變為何物？何色？(R) 加汞少許，復研磨之。此時復變何色？再加碘少許，研磨後，復變何色？(E)這是物理變化否？混合物，抑係化合物？
- C. 量1g 硫黃末與2g 鐵屑，於紙上混和之。此時何色？此係化合物抑係混合物？試於硫鐵混和之紙之反面，用磁鐵棒往復驗之，磁棒對於鐵屑有何影響？對於硫黃有何影響？硫黃可以何物溶之？試述一法，以分離硫

黃與鐵之混和物。

將以上混和之硫鐵，置於一乾燥試管中，用酒精噴燈（或本生燈）徐熱之。當初移離火焰時，火之紅色能持久不失否？於是強熱之，使其化學作用完畢；驅管之上部所餘之硫黃，以火焰使其上升。斜執玻管，免上部之液體硫黃流回原處。擊碎試驗管，初以放大鏡細察之(!)有鐵屑否？尚有硫黃否？再用放大鏡去察硫黃末。作何形狀？若用磁鐵棒去驗燒後之物，如何？則此係化合物，抑係混合物？

取鐵屑少許於試管，注入稀鹽酸(!)嗅之，有何氣體？以燃火之木片於管口試之(!)

今取燒後硫鐵物。此時係淡黑色多孔狀之物質，如亦注以少許稀鹽酸(!)嗅之，有何氣體？以燃火之木片，試於管口(!)(E)

- 問題：1. 何謂元素？鐵，硫黃均係元素否？
2. 火藥係混合物，試解釋之。
3. 混合物與化合物，如何區別？
4. 黃銅是元素否？我們所用的銅幣，是一種元素做成的嗎？

附註：教師所授教材未多。對於本試驗諸化學作用或者尚未讀及。特附註之，以便學者。但日後教本中，授至化學反應式時，各人報告本內，宜補填此試驗之諸化學反應式，為要！

『 碘 + 汞(用量較多) 研磨 碘化亞汞(綠黃色) HgI]

彩，柔性。以鑷子執住銅片之一端，入高熱之外層火焰中，燒之使赤熱。離焰待冷後，再細察其表面之性質(!)

2. 鎂——細察鎂帶之色澤，光彩，柔性。以鑷子執鎂帶之一端，他端入火焰燒之。結果？

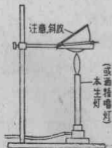
3. 燃燭——加5 cc. 石灰水於潔淨之燒杯中，用20cm 玻管一支，以口吹氣於液內如下圖。(!)結果？液之變為乳白色者，係無色無臭之二氧化碳與石灰水所起之化學作用。試驗二氧化碳，此試驗極靈敏。



倒握乾燥之冷廣口瓶一只，罩於燈焰之上。不久，即見瓶內生水暈一層。此水從何處來？二三分鐘後，注入5 cc. 澄清之石灰水於瓶內，以手掌按住瓶口而振搖之。結果？

蠟燭燃燒時，質量果減去耶？

4. 錫——權坩鍋一只(或僅用其蓋亦可)，內置約2g之錫，於精細天平既得其重量後，乃斜放坩鍋於粘土三角上，如左圖。初微熱之，繼而急熱之，約二十餘分鐘。使火焰之尖適觸坩鍋之壁。時時以鐵絲攪錫。此時之錫有何變化否？與原物有何不同否？坩鍋須斜放，用意何在？



待坩鍋在鐵圈架上完全冷卻後，取下，再用天平權之。加重歟？失重歟？此重量之差，究屬何故？此物理變化，抑化學變化耶？此種變化，顯然與空氣有關了，是否？

問題：(1) 消化亦係燃燒，試解釋之。

(2) 把你所有的儀器，均繪圖於報告冊上，並旁註器名。

(3)

查驗之物	色 澤		光 彩		柔 性	
	未燒	既燒	未燒	既燒	未燒	既燒
銅						
鎂						
錫						
錫						

試驗七 氧之製法

儀器：4廣口瓶 250 cc；3方毛玻片 (10 cm 方)；水槽；橡皮管；硬質試管；鐵圈架；漏斗；簧鈇。

藥品：0.5g 氧化汞 (HgO)；木片；5g 過氧化鈉 (Na_2O_2)。

方法：

- A. 氣體收集工作
 B. 氧化汞製氧法
 C. *過氧化鈉製氧法

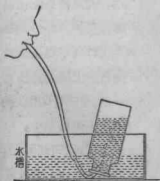
A. 氣體收集工作： 收集氣體之法，須視氣體之性質而定，普通分類可參觀下表：

氣體收集法

排空氣置換法		排液體置換法			
向上排置空氣法	向下排置空氣法	排置冷水法	排置溫水法	排置鹽水法	排汞置換法
易溶於水，比重較空氣大之各種氣體，用此法。收集氣後，蓋以玻片，瓶口向上。(常用)	易溶於水，比重較空氣小之各種氣體，用此法。收集氣後，蓋以玻片，瓶口向下。(常用)	凡不溶或難溶於水之氣體，用此。(常用)	易溶於冷水，不溶或難溶於溫水者，用此。(不常用)	易溶於冷水或溫水而難溶於鹽水者，用此。(不常用)	易溶於水，不溶於汞者，可用此法。(不常用)

上列諸法，凡“不常用”，皆係手續複雜者，簡便之初學試驗大都改用別法以替代之。

今先練習排置冷水法，以收集氧氣。



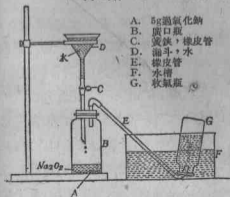
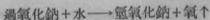
- (1) 取 250 cc. 廣口瓶，盛滿清水，勿使留一氣泡。蓋以玻片，倒置於盛水之水槽中。再移開玻片，瓶內之水不至傾出。何故？
- (2) 又取一橡皮管，一端接以一彎曲玻管，置玻管於瓶口之中，如左圖。於是吹氣入內，冷水即被氣體所排置。當氣滿時，可用玻

片一方，在水槽內水面之下密蓋瓶口。取出時，如氣體較空氣輕，瓶應倒置桌上。如氣之比重較空氣為大，則瓶口宜向上。何故？

B. 氧化汞製氧法： 置約 0.5g 氧化汞(HgO)於乾潔試管內。凡注固體粉末於試管，宜用何法？氧化汞為何色？執試管於拇食二指間，初徐熱之，時時旋轉，使各部受熱均勻。繼而急熱之，一方面持着火(但未有焰)之木片，近管口驗之。結果？管內不復有氣體發生時，試管內已變成何物？細察之。(!) 所發生之氣體何名？(E)



C. *過氧化鈉製氧法：



- A. 5g 過氧化鈉
- B. 廣口瓶
- C. 簧鈎，橡皮管
- D. 漏斗，水
- E. 橡皮管
- F. 水槽
- G. 收氣瓶

用公式來補全此化學反應式。

廣口瓶B為氣體發生瓶。上配雙孔皮塞一只。橡皮管C用以接連發生瓶與漏斗，中用簧鈎，以司開閉。漏斗盛以清水，G為收氣

瓶，盛滿清水，以備收集自E橡皮管所來之氧。

當黃鐵稍啓，水即滴入B瓶之過氧化鈉上，氧即發生，且同時放出多量之熱。因此，每次祇能加水一二滴，否則瓶有破裂之患。用G收集氧一瓶，以燻紅木片試之。(?)氧之來源是甚麼?發生瓶B內，現變何物?此試驗未終之前，漏斗內必須積水若干，不可或缺，試說其故?

滴水於過氧化鈉，即見導氣管E放出氧氣；但最初所放出者，並非全係氧氣，可任其散去，不必收集，何故?(欲製少量氧氣，此法甚便。)

試驗八 氧之化學室製法(普通法)

宗旨：①本試驗特標題為化學室製法者，在使學者明瞭與其他製法有不同者二：(a)法求簡明，易於解釋試驗中所含原理；(b)所用藥品、儀器，務選簡單，價廉而易得者。②氧之性質。③催化劑的意義。

儀器：硬質試管，配單孔木塞；導氣管；集氣瓶；玻片；水槽；鐵圈架；酒精燈；燃燒匙；濾紙；漏斗及漏斗架；蒸發皿。

藥品：氯酸鉀($KClO_3$)；二氧化錳(MnO_2)；火柴；硫黃；紅磷；鎂帶；木炭；藍石蕊紙；細鐵絲；硝酸銀液；鹽酸；木片；氯化鉀。

方法：(一)催化劑之意義

(二)普通製氧法

(三) 氧之性質

※※※※※※※※※※※※

催化劑之意義——(1)取氯化鉀少許，溶於水。加入硝酸銀數滴，(!)結果？

(2)取氯酸鉀少許於試管，溶於水。亦加入硝酸銀數滴，(!)結果？

(3)取少許二氧化錳於試管。加入少許鹽酸熱之。(!)結果？有何氣體發生否？

(4)取 2g 氯酸鉀於乾潔試管熱之，熱須均勻。以熾紅木片試於管口，有氧否？

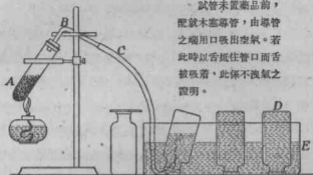
(5)取 1g 二氧化錳，小心加入於 2g 氯酸鉀試管內，復熱之。放氧益盛否？

(6)待氧全放後，使試管冷卻。於是加少許水於試管而振搖之。

(7)用濾紙一張過濾。濾紙上是何物？加數滴硝酸銀於濾液。(!)結果？此濾液內有何物？然則，二氧化錳參加以上之化學變化否？二氧化錳在此試驗中即係催化劑。

注意：氯酸鉀與二氧化錳混和後加熱，試管內常見火星，或甚至於爆裂，此係證明二氧化錳中含有雜物。又不純潔之氯酸鉀所製之氧，初時常呈白霧狀，然若留放水中片時後，白霧當能消失。

普通製氧法——於潔白紙上，混和 6g 氯酸鉀與 3g 二氧化



試管未置藥品前，
配就木塞導管，由導管
之端用口吸出空氣。若
此時以舌抵住管口而舌
被吸着，此係不洩氣之
證明。

A. 硬質試管內置製氧料 B. 玻管(導氣管)
C. 橡皮管 D. 集氣瓶(250 cc.) E. 水槽

錐，置於硬質試管A內，配以單孔木塞及導氣管等，一如上圖。用250 cc. 廣口瓶四，預貯以水，勿存少許氣泡，作為集氣瓶。於是手執酒精燈，徐熱試管。初因空氣受熱而脹，生出氣泡不必收集，次收氧四五瓶。待氧全放出後，使硬質試管及內容物自冷。洗淨之。(E)

作此實驗時，須當心者：1. 集氣既畢，宜先卸除導氣管，或將橡皮管一端取出水槽外，方可撤去酒精燈。何故？

2. 加熱須均勻，氧如放出過快，不妨暫時撤去酒精燈。
3. 試管勿夾持太緊或太寬。

氧之性質——1. 驗氧之物理性質。

2. 放紅熾木片於氧中。(！)
3. 用燃燒匙載燒紅之木炭一小塊，入氧氣中。結果？燃畢，注入石灰水於瓶中，振搖之。(？)(E)

4. 以鑷子夾鎂帶一短條，燃其一端，持入氧中。(E)
5. 將少許硫黃盛於燃燒匙，燃着之，焰作何色？持此着火之硫入於氧氣瓶中，(E) 焰作何色？俟燃畢，急取出燃燒匙，加水少許，以手掌按瓶口，搖之，於是投入藍石蕊紙一張。(E)
6. 置紅磷少許於燃燒匙中，燃之。置入氧氣瓶中，(E) 燃畢，亦加水少許，按瓶口而振搖之，亦投入藍石蕊紙一張。(E)

(此試驗黃磷亦可用，惟取黃磷宜在水中，用刀切取。又燃磷生成之白煙係固體，能溶於水。)



7. 小心投細沙於集氣瓶中。手法宜迅速。用無鏽之細鐵絲六七寸，密繞於燃燒匙之一端，如圖。鐵絲之他端，亦以螺旋狀形捲住火柴一支。於是燃着火柴，乃持入氧氣瓶中。(E) 細砂乃防火星下墜致破壞玻璃瓶之用。

問題：(1) 以上諸物在氧中燃燒後所成各物，試給以普遍公用之名稱。

(2) 完成上述諸化學作用之化學反應式。

試驗九 氫之製法及其性質

注意：氫與空氣之混合物，遇火即致炸裂，危險殊甚。故氫氣發

生時，勿將燈火移近！稀釋濃硫酸時，須以酸滴加於水中，切勿倒易！

儀器：250 cc. 廣口瓶；長頸漏斗管；氣體發生瓶(250 cc. 廣口瓶)配以雙孔橡皮塞；導氣管(彎玻璃管，橡皮管)；方毛玻片；試管；水槽；玻杯；玻棒；酒精燈；蒸發皿；漏斗；漏斗架；鑷鉗；膀胱；小氫氣球。

藥品：鋅粒；硫酸；硫酸銅液；肥皂液。

方法：配製一切儀器如下圖：



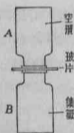
取鋅粒十數粒，置於氫氣發生瓶內，再將清水注入，以湮蓋鋅粒為度，一方面使漏斗管脚務

必浸入水面之下。(?)乃旋緊橡皮塞，由導氣管吹氣入瓶，則瓶內之水必由漏斗管上升，若在此時即用手指夾住橡皮管，上升之水穩定不下者，即表明裝置完全，並不漏氣，否則須用石蠟密封之。自漏斗管注入數滴硫酸銅液，可使發生作用較速。繼乃稀釋濃硫酸於清水(1:4)，自漏斗管注入此稀硫酸數滴於瓶內，即有氫氣發生。若見氣體放出過緩，可再加入稀酸少許，惟切不可多加，免氣體發生太急，而溫度驟增，發生危險。待空氣驅盡，乃以小試管充水，倒置水槽中，以收集氫氣，取出，管口向下，以火點之，若氫

徐燃，而無爆發之銳音時，乃係純氫之證。此時方可用廣口瓶收取三四瓶，備用。(排水置換法)

氫之性質：

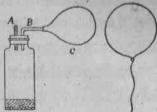
1. 將集氫之瓶，在水中密蓋玻片後，取出倒置桌上。瓶口向下，啓蓋，速以着火之木片插入（或小燭插於鐵絲上亦可），如右圖。氫能燃燒否？焰作何色？燭在瓶中，仍繼續燃燒否？若將燭緩緩從瓶中取出，及至瓶口時，燭又如何？此事證明甚麼？



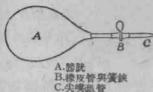
2. 用一空瓶覆於集氫之瓶上，如左圖。抽出玻片，數分鐘後，用着火之木片（瓶口向下略外側）以驗 A 瓶之內容物，次又驗 B 瓶，結果如何？

3. 取集氫之瓶，口向上置，去其蓋，數分鐘後，以火驗之。(?)取另一氫氣瓶，口向下置，去其蓋，數分鐘後亦驗之以火。(?)

- *4. 把氫氣發生瓶上之漏斗管易以玻棒，使塞其孔如左圖 A。



此時切勿將燈火移近。以上手術須快。取玩具中之小氫氣球 C，套於導氣管 B 之口上，不久，球即膨脹；用細線緊縛球口，即能飄然上升，攜歸家中。若漏斗管不易以玻棒，球難膨脹，何故？



*5. 取膀胱如左圖 A，預先納入空氣，再加入二三倍其容積之氫氣。勿移火近此。乃配合裝置如圖。於是以 C 管插入

肥皂液中，略啓簧鉗，壓迫膀胱，即得飛騰之肥皂泡。此時若以長柄木片，燃火接觸皂泡，即能轟然爆裂，頗饒興趣。

*6. 從氫氣發生瓶內，取出約 10 cc. 液體而過濾之。將濾液少許置於錶面皿上，使蒸發至乾(或稍加熱)，(!) 皿上有什么物存留? 此物何名? 把鋅與硫酸(稀)發生氫之化學作用寫成反應式。何以此類化學作用稱之為“置換作用”? 氫從何物而來?

(其他性質，可參觀試驗十與十一)

* 試驗十 還原與氧化

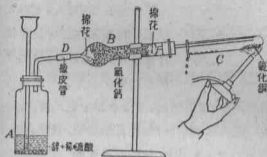
(R) 還原, 氧化

儀器: 氫氣發生瓶; 導氣管; 乾燥管, 內置氯化鈣; 玻管, 硬質試管; 酒精燈(或酒精噴燈); 硬玻管, 配以單孔木塞, 每端一個; 鐵圈架。

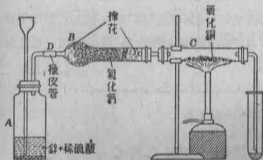
藥品: 氧化銅; 氯化鈣; 鋅粒; 稀硫酸; 6g 氯酸鉀; 3g 二氧化錳。

方法: A. 還原

依下面任何一圖樣, 配置儀器。A 係氫氣發生瓶。漏斗管



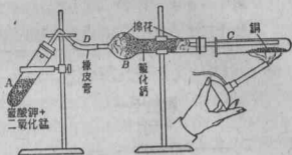
(或用下面裝置亦可)



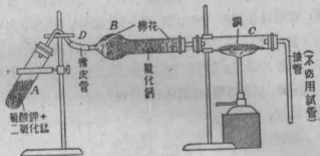
之脚須在水面之下。B 係乾燥管，中置氯化鈣，兩端用棉花鬆塞之。此器用以吸收水分。裝置既妥，乃加少許稀硫酸於發生瓶。少頃，以“向下排置空氣法”用小試管集氫，驗其是否混着空氣。如已無空氣存在瓶中，乃置少許黑色氧化銅於 C

把 C 為硬質試管，下為硬玻管，依任何一圖裝配工竣（就教師），乃用毛巾裹於發生瓶外，然後在置氧化銅之管外慎燒之。結果？試察黑色之氧化銅有何變化？並察硬玻管之他端（或硬質試管之未熱部分）有何物生成？反應式？在此作用內何物還原？何物被氧化？

B. 氧化 將 (A) 節裝置在橡皮管 D 處卸除氫氣發生瓶。從乾燥管之一端，以口吹氣，驅出其殘留之氫氣，乃再在



(或下面裝置亦可)



此橡皮管D處，接合氧氣發生器如上圖。徐徐供放氧氣，C管內此時已是銅屑，可在其管外亦徐徐熱之。其結果為何？(E)試察銅之變化。(！)

問題：氫氣何以稱為還原劑？通氫於燒熱之氧化銅上，發生何物？

若 10 升氫氣全與氧化銅起化學作用，能合成幾何水分？

氧與氫之化合物

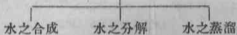
試驗十一：水

試驗十二：二氧化二氫(過氧化氫)



試驗十一

水



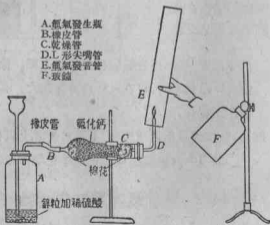
儀器：氫氣發生裝置（發生瓶，漏斗管，導氣管，橡皮管）；乾燥管；L形尖嘴管；玻璃；氫氣發音管；鐵圈架。

試管；鑷子；玻璃杯。

燒瓶；單孔木塞；導氣管；酒精燈。

藥品：鋅粒；稀
 硫酸；氫
 化鈣；鈉；
 酒精；硫
 酸銅。

方法：A 水之合
 成——
 將氫氣發
 生瓶用橡
 皮管接連



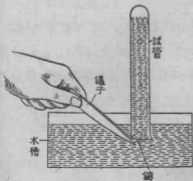
乾燥管，內置氯化鈣，兩端鬆塞以棉花，如上圖。用L形尖嘴管配以木塞，塞於乾燥管之他端。

待氫氣由尖嘴管D放出，全無空氣混合(試驗! 參觀前製氫氣法! 先請教師視察，認為滿意時，方可續試)，用毛巾緊裹氫氣發生瓶，乃以火燃D之尖嘴。試察氫能燃燒否? 焰色若何? 置乾燥管之用意何在?

取乾燥之玻璃鐘F如圖，斜罩其燃燒之焰上，試察玻璃鐘壁上發見何物? 此物從何而來? 然則氫之燃燒，即係與氧化合而成水乎?(E)

次換去玻璃鐘，而易以長大之硬玻璃管E(即氫氣發音管)，套於火焰之外。有音發生否? 若換以直徑不同之各種玻璃管於焰外，即能發生各種音調之樂音，甚為悅耳。

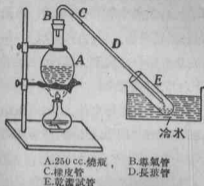
B. 水之分解(用鈉)——試寫下文之反應式:



預將試管充水，勿留少許氣泡，倒立水槽內(或一盛水之燒杯內亦可)。取鈉一粒，似黃豆大小，用銅絲網將其包裹，以錘子緊夾，速即納入試管口中。恐作用太劇，有爆裂危險，己身須離試管遠些。試管既完全充氣後，取出，管口向下，用火試

之。如何？此氣係由何物分解而成？

C. 水之蒸溜——(a) 天然水、河水、井水等大都含有固體、有機體、氣體等不潔物。欲得純潔之水，非蒸溜不可。簡易試驗，可取 250 cc. 燒瓶



一只，盛 100 cc. 清水，內溶硫酸銅晶體數粒。此時水係何色？燒瓶之口，配以單孔木塞，如圖。內塞玻璃管 B，用橡皮管 C 以連接 B、D 二

管。E 係潔淨試管，放於冷水中。於是燒水使沸，試管 E 外可時以冷水淋之。E 內所得之水，即係蒸溜水，有色否？尚溶有硫酸銅否？取此蒸溜水數滴於錶面皿，蒸發使乾，皿上留下何物否？若取自來水數滴，亦蒸發之，皿上殘留他物否？

*(b) 混和 10 cc. 酒精於 30 cc. 水中。酒精沸點係 78.3° ，水之沸點？同上法蒸溜之。試管中先得之凝液，係酒精抑係水？將初得 1—2 cc. 凝液，以火燃之。結果？如是連續試驗之。由此可見沸點不同之混和液體，可用此法分離否？分析化學實驗及醫藥上，何以非用蒸溜水不可？

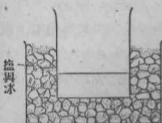
試驗十二 二氧化二氫(過氧化氫)

儀器：水槽；燒杯；試管；玻棒；漏斗；濾紙。

藥品：木片；1g 二氧化錳(粉末)；澱粉薄漿；碘化鉀晶體；6 cc. 醚(Ether)；重鉻酸鉀($K_2Cr_2O_7$)；硝酸鉛液；硫化銨液；2g 過氧化鈉；冰水 100 cc；稀硫酸；藍色石蕊紙。

製法：用水槽一只(或較小之器最佳)，盛以冰與食鹽之混合物，

於此冷劑中埋燒杯一只，盛 100 cc. 冷水。將 2g 過氧化鈉分數次加入冷水中，時以玻璃棒攪和之，完全溶解後，將硫酸每次加入數滴，至溶液用玻璃棒蘸之，與藍石蕊紙接觸，適成紅色為止。此時液中即有二氧化二氫。



(E) 分此液為四份，貯於四支試管中，以備試驗其性質。

性質：

1. 加二氧化錳於二氧化二氫液中。以燃火之木片驗試管之口。有何氣體發生？二氧化二氫可作氧化劑抑作還原劑？二氧化錳在此處何用？用濾紙濾過其混合液。濾紙上所留者仍係黑色之二氧化錳否？有變化否？
2. 以 4cc. 清水，稀釋 1cc. 澱粉漿。在此液中，溶碘化鉀晶體一小粒；乃加入所製之二氧化二氫液。凡碘遇澱粉，即呈藍色。此試驗亦然否？然則，二氧化二氫有何性質？
3. 取一狹長紙條，蘸以硝酸鉛液。懸此紙條於一試管中，內盛硫化銨液，則不久紙色變黑。



乃將變黑之紙條，置於二氧化二氫液中。結果？

硫化鉛 + 二氧化二氫 \rightarrow 硫酸鉛(白色) + ?

凡着白色顏料之圖畫久曝於空氣中，多變黃黑色。此亦因變成硫化鉛之故，若欲其恢復白色，應用何法？

4. 醚極易燃，勿近火！危險！

用約 3cc. 二氧化二氫液加等量之醚於試管而極力振搖之。靜置片時，醚即浮至上層。

於是，加入重鉻酸鉀液一滴於上製之混合液中，乃復振搖，結果？

此係檢查二氧化二氫最善、最精密之良法，學者可牢記之！

問題：(a) 製二氧化二氫何以須低溫度？

(b) 二氧化二氫可作漂白劑與消毒劑，何故？

(c) 由二氧化二氫與水之成分，可以解釋何條定律？

試驗十三 溶液

儀器：試管；漏斗；濾紙；燒杯；錶面皿；鐵圈架；酒精燈；寒暑表；250 cc. 燒瓶；玻棒；乳針。

藥品：硫酸銅；高錳酸鉀；食鹽；硫酸鈣；硝酸鉀；重鉻酸鉀；二硫化碳；硫黃末；醚；豚脂；松香；酒精；石蠟；揮發油(Gasoline)；硫代硫酸鈉；四氯化碳；氯化鈣；任何植物性油；碳酸鈣末。

方法：1. 意義與性質

(a) 沸點——置 100 cc. 水於燒瓶A, 配置器具如下圖。

煮水使沸, 察其沸點。(?)次移去火焰, 加入食鹽, 至飽和狀態(即至不能再溶乃止)。煮沸後, 亦察其沸點。(?)

(b) 凝固點(融化點)——取一試管, 半盛以水, 埋於三分冰與一分食鹽之冷劑中。用寒暑表時時攪動之, 並同時察其凝固點, 結果?

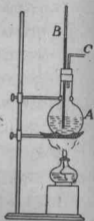
另取一試管, 盛以飽和之鹽液, 如上法, 察其凝固點, 結果?

次取碎冰, 加於20-30cc. 水中。

用寒暑表察冰融解為水之溫度。結果?若以食鹽投於冰上, 能使冰融化而溫度反降低, 將何以解答?(用寒暑表, 應十分謹慎, 若從熱水中取出即置入冷液(或反之), 能使其破裂!)

(c) 溶液是全部均勻的混和液(溶液的意義)——取試管一, 半滿以水, 投入高錳酸鉀晶體一小粒。振搖之使全溶。液之色如何? 能均勻混和否?

另取一試管, 盛滿水, 亦投入高錳酸鉀一小粒, 但將其靜置於試管架上。待實驗畢, 再觀察之。結果?



A. 250 cc. 燒瓶
B. 寒暑表
C. 玻璃管

取等大之硫酸銅晶體二小粒。將一粒碾為粉末，而置於盛 20 cc. 水之試管中，振搖之。結果？將另一粒僅投入盛 20 cc. 水之另一試管中而靜置之。(?) 物質欲使其速成溶液，應何用法？

取碳酸鈣(或粉筆屑)投入一盛水之試管中，振搖之。結果？此係溶液否？

- (d) 飽和與結晶————逐漸加入硫酸銅晶體於 50 cc. 清水中，至不能復溶解為止。(如加入之硫酸銅太多，可用濾紙濾去之。)此時之溶液是謂在此溫度與壓力下之硫酸銅飽和溶液。

蒸發上述之飽和液，至其溶液頗濃後，乃靜置之；硫酸銅即能自行結晶。結晶多後，可以濾紙濾過而吸去其水分，乃用放大鏡觀察硫酸銅晶體之形狀？此係普通結晶法，學者注意之。

- (e) 過飽溶液————置約 10g 硫代硫酸鈉於潔淨之試管中，加入 2cc. 水，熱之使成溶液。乃用紙包蓋管口，以防灰塵飛入其內。靜放於試管架上，俟冷卻後，乃投入硫代硫酸鈉晶體一小粒。(!) 結果？解釋之。

2. 溶劑

- (1) 取試管兩支，各置少許硫黃粉末。一加水，一加二硫化碳，各振搖之。結果？
- (2) 取試管兩支，各置少許豚脂。一加水，一加醚，各振搖

之。豚脂能溶於何種溶劑？

- (3) 二試管中各置少許松香。一加水，一加酒精，搖之(?)
- (4) 取任何植物性油，加四氯化碳(或醚，或二硫化碳，均可)振盪之。結果？衣服上若沾有松脂，火漆，油污等漬，應如何洗除之？
- (5) 取石蠟二小塊，一以水溶，一以揮發油溶。結果？
- (6) 取硫酸鈣置於試管中，加蒸溜水少許，振盪之。硫酸鈣是否溶解於水中？

[註]將此液濾過。取濾液數滴於錶面皿上，蒸發至乾，若皿上留有固體或斑末，則係水已溶解少許硫酸鈣之證。此係查驗物質溶解與否最簡易之方法。

3. 溶解度

- (a) 用沸水溶重鉻酸鉀，使成飽和液。待冷至室內溫度時，濾過之。以滴管(15 cc.量)吸其濾液 15 cc. 而置入先權過重量之小蒸發皿中，用熱水鍋蒸發至乾，再慎衡之。由所得結果求重鉻酸鉀在室溫時於100 cc.水中之溶解度。
- (b) 取試管兩支，一置 3g 食鹽，一置 3g 硝酸鉀。各加 1cc. 水，熱之。如不溶，則再加 1 cc. 水復熱之。如是繼續加水，加熱，至其物質全溶為止。問沸水中何者之溶度(或溶解度)較大？

將上述二溶液冷卻之。試察有無沈澱分離。(!)問

冷水中何者之溶度較大?

- (c) 錶面皿上置數粒氯化鈣，曝於空氣中。一二小時後，觀察之。結果?此作用謂之“潮解”;由此可知，氯化鈣之溶度大耶，抑小耶?利用此種作用，氯化鈣有何特殊用途否?

試驗十四 結晶水

儀器：試管；坩鍋；錶面皿；酒精噴燈；天平；鐵圈架；黏土三角；玻璃棒。

藥品：硫酸鋅晶；硫酸銅晶；氯化鋇晶；重鉻酸鉀晶；硫酸鈉晶；碳酸鈉晶(即石鹼)；氯化鈷晶；氯酸鉀晶；硫酸鎂晶。

方法： 1. 性質

- (a) 取一試管，置少許硫酸銅晶，熱之。結果?試管上部有何物凝結?加熱時，須將試管橫執，使成水平，否則試管常致破裂，何故?從試管中取出變成之白色粉末於錶面皿上，曝於空氣中。結果?餘者則加入少量水而使其溶解。乃再煮沸之，俟冷卻後，於試驗終時再觀察之。(?)
- (b) 風化——取硫酸鈉晶及碳酸鈉晶，均選其晶體明亮者一二小粒，各置於一錶面皿上(或乾潔紙上亦可)。曝於空氣中，試驗終時，再觀察之。有何變化?何故?
- (c) 備乾潔試管五支，分別置以下藥品：



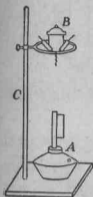
斜執試管，分熱別之。其試管上部冷處均有水分凝結否？凡結晶物是否均含結晶水？

- (d) 溶少許氯化鈷於水。用玻棒(或用清潔之火柴桿)蘸此液，寫字或繪圖於白紙上。氯化鈷液顏色若何？俟字蹟乾後，乃持此紙烘於火焰之上，結果？旋用口吹水氣於紙上，字蹟又有何變化？此種變化之理由何在？若用氯化鈷液繪成圖畫，懸於壁間，可用以作濕度計或風雨計，何故？晴朗之天氣，畫作何色？惡劣欲雨之天氣，畫又作何色？

將實驗結果填入表格

加熱之物品	試管上部有水分凝結否？	熱後物質狀態

2. 結晶水之測定法



先慎衡一乾潔之磁坩鍋連蓋之重量後，乃加入約1g之氯化鋇晶，再權其量。

乃將此坩鍋置於一黏土三角上如左圖B，初用酒精噴燈 A 徐熱之，否則結晶水蒸發太急，恐氯化鋇飛濺而出也。數分鐘後，乃高熱約一刻鐘，使焰尖適觸鍋底。待緩緩冷卻後，乃再衡坩鍋與氯化鋇之總重。復加熱，冷後復權，至重量不復減少為止。此時鍋內之物係無水氯化鋇。

實驗所得結果

坩鍋+氯化鋇晶之重量.....	g
坩鍋(空)之重量.....	g
氯化鋇晶之重量.....	g
坩鍋+氯化鋇(初次加熱後).....	g
坩鍋+氯化鋇(二次加熱後).....	g
坩鍋(空).....	g
無水氯化鋇之重量.....	g
無水氯化鋇分子量 BaCl_2	207
氯化鋇晶內水之分子量 $x\text{H}_2\text{O}$	$\times 18$
氯化鋇晶之分子量 $\text{BaCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$	
氯化鋇晶之子式	

就試驗結果，以計算氯化鋇晶之分子內所含結晶水之分子數。

氯化鋇晶之分子式必為 $\text{BaCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

既 BaCl_2 之分子量為 207

H_2O 之分子量為 18

則

無水氯化鋇之重:其所含之水重 = $207:x \times 18$

$$\therefore x = \frac{\text{其所含之水重} \times 207}{\text{無水氯化鋇之重} \times 18}$$

定數比例之定律

試驗十五：化合物之成分是一定否？

試驗十六：由定量之碳酸氫鈉
應得定量之氯化鈉

注 實驗之前，必須先明瞭“定數比例
意 之定律”究作何解。否則，急往參考！



* 試驗十五 化合物之成分是一定否？

儀器：蒸發皿；錶面皿；洗滌瓶；精細天平；燒杯；酒精燈；黏土三角；玻管。

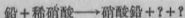
藥品：鉛(純潔)；純潔硝酸；純潔鹽酸。

方法：置約 0.5g 純鉛於已在精細天平權過之蒸發皿中，再權其

總量。

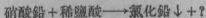
皿+鉛重	g
皿(空)重	g
鉛重	g
皿+氯化鉛重	g
氯化鉛重	g
氯重	g
鉛在氯化鉛內所佔之百分數	%
故氯在氯化鉛內所佔之百分數	%

加10 cc.稀硝酸(1酸:2水)於盛鉛之皿。次蓋以錶面皿,凹面向下。乃放於熱水鍋(或沸水燒杯)上,使鉛全體溶解。



鉛既全溶,乃用洗滌瓶吹洗錶面皿之凹面(用少許水),洗入皿中。

次加入5cc.純稀鹽酸,即能得白色之沈澱。



再放皿於熱水鍋(或沸水燒杯)上蒸發至乾。乾時,慎加2cc.純濃鹽酸後,乃置皿於黏土三角上,執燈於手,徐熱至乾,毋使氯化鉛因遇熱而融化為要。俟冷,乃精細權其重量。

就所得結果,計算鉛在氯化鉛中所佔之百分數(或氯之百分數)。

法則：

所用鉛重：氯化鉛重 = $x:100$

或 所得氯重：氯化鉛重 = $y:100$

結果研究——將個人結果(鉛之百分數)與其他實驗者(三四人已足)所得比較之。

將個人結果與理論上應得之結果比較之。求錯誤之百分率。試說明結果差誤之原因。

試驗十六 由定量之碳酸氫鈉應得定量之氯化鈉

儀器：蒸發皿；錶面皿；玻管；酒精燈；燒杯；洗滌瓶；精細天平；黏土三角。

藥品：碳酸氫鈉；稀純鹽酸。

方法：置約1g碳酸氫鈉於已精細權過之蒸發皿中，而再權之。結果均可記入下表內：

皿+碳酸氫鈉重	g
皿(空)重	g
∴碳酸氫鈉重	g
皿+氯化鈉重	g
∴氯化鈉重	g

蓋一清潔之錶面皿於蒸發皿上，加適量之水，使溶解碳酸氫鈉；乃用玻管以手指吸住稀鹽酸，由蒸發皿嘴加入皿中，即蓋以錶面皿，防液之外濺。俟泡停止後，再稍啓錶面皿，由嘴口再加入數滴稀鹽酸；如是繼續數次，至不再

能發生氣泡爲止。



如稀鹽酸加入過多，有害於結果否？加入稀鹽酸，何以發生氣泡？

用洗滌瓶吹少許水，將錶面皿上所附之液體盡洗入蒸發皿中。置蒸發皿於黏土三角上，先用酒精燈直接加熱。至相當程度，頗有飛濺之危險時，乃置皿於熱水鍋（或沸水燒杯）上，蒸發至乾。乾後，再移置於黏土三角上，以手執燈，慎烘之，切勿躁急爲要！如實驗室備有烘燥箱，則可俟箱內至 $130^{\circ} - 140^{\circ}\text{C}$ 之溫度時，放入烘燥，尤爲妥善。燥後，冷卻。乃再精細權皿與氯化鈉之總重。

再由反應式，計算 1g 碳酸氫鈉在理論上應得若干氯化鈉。次就結果，將所得之食鹽與所用之碳酸氫鈉以比例求得 x 之數值：——

所用碳酸氫鈉重：所得食鹽重 = 1g : x

乃將 x 與理論上應得之結果比較，而求其差誤百分率。

結果研究——討論錯誤之原因及改善法。

試驗十七 氮及空氣之組成

儀器：水槽；廣口瓶；導氣管；長頸漏斗管；橡皮管；酒精燈；鐵圈架；磁坩鍋；錶面皿；小燒杯。

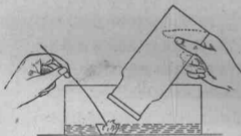
藥品：黃磷；氯化鈣；澄清石灰水；木片；氯化銨；亞硝酸鈉。

方法： A. 空氣之組成

- (1) 置氯化鈣少許於錶面皿上，曝於空氣中，實驗終時，察其結果。(?)
- (2) 置少許澄清之石灰水於小燒杯內，曝於空氣中，實驗終時，察其結果。(?)

空氣中何物使石灰水發生變化?(E)

- (3) 置黃磷如黃豆大小於磁坩鍋中。浮此坩鍋於盛水之水槽中。乃一手執燒紅之鐵絲一條，他手握廣口瓶如圖。



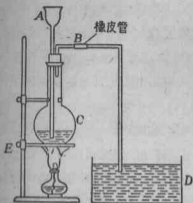
當熾紅鐵絲接觸黃磷時，磷即能猛烈燃燒，此時速將廣口瓶覆於鍋上，瓶口須沒於水面之下。磷與氧化合，發生濃厚白煙，待此煙全溶於水後，水在

瓶內即上升。此時可將玻璃瓶往下移動，或加水於水槽，務使瓶內外水面之高度相等。何故？試察玻璃瓶內剩餘之氣，係原容積幾分之幾？此中除氮外，更雜何氣？瓶內之氣能燃燒否？驗之。

此試驗之化學作用，可寫反應式以明之。

B. 氮之製法及性質

- (1) 準備——裝置儀器如下圖，燒瓶內置水約100 cc，應



A. 漏斗管
 B. 導氣管
 C. 250cc. 燒瓶
 D. 水槽(盛水)
 E. 鐵圈

注意之點如下：

- 鐵圈架之直柱應離人稍遠，以防有礙工作。
- 鐵圈及鐵鉗當直對鐵圈架之底板。
- 鐵圈 E 離底板之距離，視所用火焰之長短而定；務使瓶底與鐵絲網適觸及火焰內層之尖頂。
- 鐵鉗夾住瓶頸，須寬緊適宜；太緊，恐玻璃瓶易破。

e. 漏斗管插入瓶塞時，宜以水潤管，再旋入塞孔。

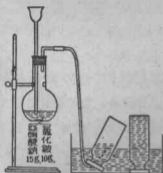
f. 漏斗管下端須在水面之下。(?)

[上六項，學者應牢記之，則對於以後實驗，定多裨益。]

燒水使沸，試察水汽由何處逸出？如是，漏斗管下端須置於水面下之理想可洞悉矣。此刻用指夾住橡皮管，則漏斗管中有何變化？繼仍啓橡皮管，使導氣管之一端放於水槽 D 之水面下。復加熱使水沸騰，乃移去火焰，試察導管之下端，當瓶內水汽冷凝時，有何變化？用一漏斗管於此試驗中，有何特別功用？若不能解答，則可重復試驗：先燒水使沸，後乃移去火焰。漏斗管之口，以掌心按閉之，使隔絕瓶外空氣。當瓶內水汽復冷凝，再察導氣管下端有何現象發生？結果？

從以上實驗可見漏斗管之裝置能雙重保險。(?)

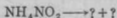
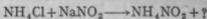
(2)製法——置15g亞硝酸鈉與10g之氯化銨於250 cc.



燒瓶中。配置儀器如左圖。乃由漏斗管注入少量之水，使漏斗管下端沒入水面之下。

手執酒精燈微熱之，作用即起。速將燈火移去。一方面預備冷水一盆，若瓶中作用過於劇烈，即可將盆拿起，使瓶底浸於冷水，用以冷卻之。為手續便利起見，故

此處不用鐵圈。因此瓶頸宜用鐵鉗裹以柔軟之物，緊緊夾住，則不致有失。二三分鐘後，瓶中空氣全驅盡時，乃用排水置換法，收集氮氣三四瓶，以備下節試驗。



(3)性質——(a)試述氮之物理性質。(b)取着火之木片，送入氮氣驗之。結果？

試驗十八 氮與銨鹽

儀器：硬質試管，配以單孔木塞；導氣管；鐵圈架；酒精燈；試管；廣口瓶；玻片；硬紙版；蒸發皿；燒杯；圓底燒瓶；平底燒瓶。

藥品：氯化銨；熟石灰(粉末)；紅色石蕊紙；紅色石蕊試液；苛性鈉液；濃鹽酸；木片。

方法： 氨之製法

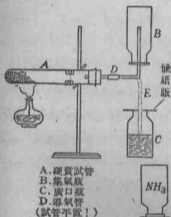
氨之性質

銨鹽之研究

A. 製法——取 15g 熟石灰(即氫氧化鈣)與 8g 氯化銨，

混和後，置於硬質試管A中。配置其他儀器如左圖。鐵鉗應夾在試管口旁。導氣管中間接橡皮管，以便上下旋轉活用。

火焰先徐熱管內混合物近口處一部分之固體，後漸熱至後端。用向下排置空氣法收集氨三廣口瓶及一圓底燒瓶，以備試驗性質。欲知瓶內是否充



A. 硬質試管
B. 集氣瓶
C. 廣口瓶
D. 導氣管
(試管平置!)

滿氨氣，當以潤濕之紅色石蕊紙置於集氣瓶之口下，若變藍色，即為瓶內已充滿氨之證。此時，可將導氣管向下轉至 E 地位如圖，管端適與 C 瓶內之水面相觸。(?) C 可盛水約 20 cc. 已足。試察瓶內水面，有何作用發生？氨溶於水中，抑與水相化合？反應式？

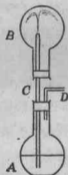
B. 性質——(1) 以手扇氨而嗅之。(?)

(2) 持乾燥之紅色石蕊紙放於收集氨之瓶口驗之。結

果？將紅石蕊紙潤以水後，再驗之。結果？試述其變化不同之理由。

- (3) 以玻棒蘸濃鹽酸後，乃置於氨瓶口或導氣管之口。結果？反應式？
- (4) 持燃火之木片，插入氨瓶中，仍能燃燒否？火焰之色有變化否？然則氨能否自燃？
- (5) 將一盛氨之瓶，揭去其蓋後，倒置於盛水之大燒杯中，水中可預置紅色石蕊液數滴。結果？

- (6) 左圖B係圓底燒瓶，即已收集氨者。A係平底燒瓶，內盛水約150 cc.，水中可預加紅色石蕊液數滴(或加 Phenol-phthalein 數滴亦可，然用 Methyl orange 最佳)。C是尖嘴玻璃管。此種裝置，瓶塞愈緊密，試驗結果愈佳。各處如無洩氣處，則由D吹氣入A，壓水上升至B，噴出數滴，以後水即能自行噴射，甚為有趣。試解釋其現象。



氨噴泉

- C. 銨鹽**——(a) 取所製之氨溶液約10 cc. 以紅色石蕊紙驗之，結果？此溶液之臭如何？蘸取少許溶液於指間摩擦之，感覺滑膩如苛性鈉否？
- (b) 置約10 cc. 氨溶液於試管中，加入少許硫酸鐵溶液。結果？反應式？
 - (c) 置少許氨液於蒸發皿中，蒸發片時後，再以紅色石

蕊紙驗其蒸發之氣體，仍能變色否？

- (d) 於蒸發皿中，置少許稀鹽酸。加數滴石蕊試液（紅或藍均可）。乃用玻管吸氨液慢慢加入，至最後一滴，能使紅色變為藍色乃止。蒸發至乾，皿中留有何物？反應式？

加入氫氧化鈉液數滴於上殘留物中而微熱之。有何臭味發生？以潤濕之紅石蕊紙置於蒸發之氣體中。結果？反應式？

- (e) 置硫酸銨於試管，加少許氫氧化鈉液而熱之。（？）
 (f) 置少許氯化銨於試管中熱之。有氨發生否？反應式？以紅藍二種石蕊紙驗之，結果？

（按各種銨鹽加熱，均有一部分分解為氨與一種酸類。雖氨能使潤濕之紅石蕊紙變為藍色，酸類能使藍色變為紅色，然因分解時兩種氣體上升至較冷部分，即能復合為銨鹽，故熱氯化銨而以潤濕之紅藍二種石蕊紙驗其作用，結果或不顯著。若以短玻管代試管，玻管中部置少許氯化銨，管之兩端置不同色之石蕊紙，乃在水平位置加熱，其結果定可稍為滿意。氯化銨能分解至62%。……附註）

- (g) 將氯化銨、硫酸銨各溶於少量之水，以紅藍二種石蕊紙試之。（？）
 (h) 上述之氨溶液即氫氧化銨，由其性質可知其為鹽

基類的一種。由實驗結果，欲檢定銨鹽，應如何試驗？

註：試驗完後，製氮之試管，宜即洗淨。（照例，每次試驗均須如此。）可先用冷水沖之，若固體物不能取出，勿以玻棒攪括，可用熱水或少許稀鹽酸洗之，便能自脫。

試驗十九 氮之氧化物

- A. 氧化亞氮
- B. 氧化氮
- C. 過氧化氮

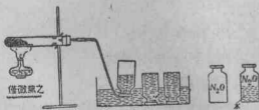


氧化亞氮， N_2O

儀器：硬質試管；鐵圈架；廣口瓶；水槽；酒精燈；導氣管；玻片；燃燒匙。

藥品：8g 硝酸銨；木片；硫黃；黃磷。

製法：取 8g 乾燥硝酸銨，置於乾潔之硬質試管中，如左圖配置



儀器，試管位置後端宜稍向下斜，微熱之，使氣體徐徐發生。如氣體發生過急，

可暫撤開酒精燈；但爲時不可過久，否則管內冷卻，將有何危險發生？此試驗須謹慎加熱，若溫度太高，即易爆炸。

待空氣驅盡後，乃用排水置換法收集氣體四五瓶，內最後一瓶僅充半瓶氣體已足。此試驗用 50° 左右溫水排置法最佳。(?)

性質：(1) 將盛半瓶氧化亞氮之瓶蓋撤去，覆手掌於瓶口，執瓶反覆振搖之。瓶內冷水對於氧化亞氮有何作用？試驗結果？

(2) 將另一收集氧化亞氮之瓶蓋略啓，嗅其氣味。(?) 取紅熾之木片(即燃後吹滅而留有餘燼的)送入瓶中驗之。(?)

於燃燒匙內置少許硫黃末，燃着後，亦放入瓶中。硫黃仍能繼續燃燒否？

(3) 取磷少許置於燃燒匙中，着火後，即放入另一盛氧化亞氮之瓶中。磷仍能繼續燃燒否？

(4) 留氧化亞氮一瓶，備下節(a)之試驗。

由以上結果，氧化亞氮之性質可概括說明之。氧與氧化亞氮如何鑑別？(參觀下節(a))

氧化氮， NO ；過氧化氮， NO_2

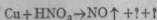
儀器：廣口瓶；導氣管；漏斗管；水槽；燃燒匙。

藥品：銅片；硝酸；木片；黃磷；硫黃。

製法：如下圖，置銅片數片於發生瓶A中，配以緊密之橡皮塞。



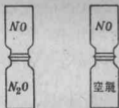
由漏斗管B注水少許，使管端沒於水面之下，再加濃硝酸數滴。用排水置換法收集氧化氮約四五瓶。



此試驗不必加熱，當由漏斗管加入之濃硝酸與銅片相觸，即能自起作用。若作用太強，可注入清水以稀釋硝酸；若太弱，則再加入數滴濃酸。

當氧化氮初發生時，因發生瓶內原有空氣，故變何種顏色？何故？收集瓶內之氧化氮亦有色否？

性質：



(a) 將前節所留之氧化亞氮一瓶驗其性質如下：

取氧化氮一瓶倒置於氧化亞氮瓶上。當兩口恰相對合時，抽去二瓶之蓋片。試察

此兩種氣體混合時，有何變化否？

(b) 同上法，倒置氧化氮瓶於等大容積之空瓶上。當兩口恰相對時，抽去玻片。試觀其有何變化？反應式？

(c) 取燃着之木片驗另一瓶氧化氮。木片仍能繼續燃燒否？以燃燒匙盛少許硫黃，燃着後亦持入瓶中。硫仍能燃燒否？

(d) 燃燒匙內置少許黃磷，微熱之，使稍燃，即放入氧化氮內。磷仍能燃燒否？乃將燃燒匙取出，復加熱，使猛烈燃燒，再放入氧化氮內。結果？

由上實驗，問氧化亞氮與氧化氮二種氣體，孰較穩定？

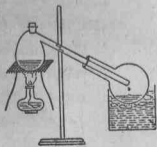
(e) 揭去一盛氧化氮之瓶蓋。變化？反應式？在此濃厚之過氧化氮氣體中，放入猛烈燃燒之黃磷，黃磷亦係置於燃燒匙中者。磷仍能燃燒否？問將 100 cc. 之氧化氮變為過氧化氮，需多少容積之空氣？

試驗二十 硝酸及其鹽類

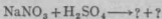
儀器：250 cc. 曲頭瓶；試管；燒瓶；燒杯；蒸發皿；漏斗；酒精燈；鐵圈架；大玻璃杯。

藥品：20g 硝酸鈉；15 cc. 濃硫酸；冰數塊；錫粒；銅片；硝酸鉛晶；硫酸亞鐵；藍色石蕊紙；硫黃末；氯化鋇液；藍色布條；毛絨織品一小塊。

硝酸製法：於乾潔之曲頭瓶中，置入 20g 硝酸鈉。瓶口外可套一 250cc. 燒瓶，作為受器，如右圖，燒瓶再浸入盛冷水（內置冰數塊尤佳）之玻璃杯中。乃用漏斗由瓶上加入 15 cc. 濃



硫酸。慎熱於下，則硝酸即凝集於右面之燒瓶中，瓶上可時時澆以冷水。此試驗僅微熱之已足，溫度不必過高。何故？



所製得之硝酸係無色否？否則，係屬何故？

性質：(1)用玻棒蘸所製硝酸一滴，露置空氣中。(?)次將此滴硝酸，稀釋於 50 cc. 水中。以藍色石蕊紙驗之。(?)問硝酸係強酸耶，抑弱酸耶？

(2)用試管盛少許濃硝酸，加約 1g 硫黃末，加熱。(?)次以水沖稀之。過濾後，加入數滴氯化銀液於濾液中。有白色沈澱否？反應式？此處證明硝酸具何性質？

(3)置錫一小粒於試管中，加濃硝酸，微熱之。(最好在安全罩下為之；否則，於通風處，使所發生之氣體不致留在試驗室內。)結果？有何種顏色之氣體？反應式？俟錫已全溶後，乃以水沖稀；有何物發見？此試驗若用稀硝酸，則如何？

(4)置銅片一塊於試管中，加濃硝酸數滴。結果？反應式？此處若用稀硝酸，則結果有何不同？

(5)取藍色布一條，毛絨織品一小塊，沾以濃硝酸，即變何色？

手指若觸濃硝酸，重則劇痛，輕則皮膚轉黃，此均硝酸有強烈的腐蝕性之證明。

硝酸鹽類：(1) 問硝酸銨加熱，變成何物？

(2) 取少許硝酸鈉或硝酸鉀於試管(硬質)，用酒精噴燈熱之使熔。乃以紅熾木片於管口驗之。反應式？所發生之氣體何名？留於試管者何物？

(3) 取少許硝酸鉛於硬質試管中，用酒精噴燈熱之使熔。有何種氣體發生？以紅熾木片驗之。(?)留於試管者何物？反應式？

(4) 取任何硝酸鹽少許溶於水。另取一試管溶少許硫酸亞鐵，使成溶液。將二溶液各取3—4 cc.混和後，乃斜執此混合液之試管，而小心徐徐由管壁流入約 2—3 cc. 濃硫酸。若謹慎爲之，則管中液體，顯分二層，在二液之相交處生棕黑色之圈，(?)解釋此作用。

此係檢查硝酸鹽類之最良方法，可牢記之。(又此試驗若先將硝酸鹽溶液與等量之濃硫酸混和後，再沿管壁慎注硫酸亞鐵液於該混合液上，結果亦同。試討論此二法，孰爲較妥?)

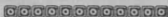
化 學 當 量

問題：何謂元素之當量？

試驗之前，須明瞭題旨！

試驗二十一：鋅之當量

試驗二十二：銀之當量

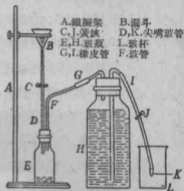


試驗二十一 鋅之當量

儀器：參觀下圖。

藥品：1g 鋅粒；稀鹽酸 (20 cc.
純濃酸於20 cc.清水)

方法：(1) 配置儀器如右圖：E
係小號廣口瓶(250
cc. 可用)。D 係尖
嘴玻璃管，插入 E 瓶
中。用橡皮管接連
漏斗 B 與玻璃管 D，



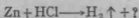
A. 鐵圓架 B. 漏斗
C, J. 簧鈎 D, K. 尖嘴玻璃管
E, H. 玻璃瓶 L. 玻璃杯
G, I. 橡皮管 F. 玻璃管

中夾以簧鈎，以司開閉。E 瓶與 H 瓶均用玻璃管連接。
G 係橡皮管。

- (2) 裝置既妥，乃卸除橡皮管 G，使 E, H 二瓶脫離連絡。
(H 係 500 cc. 廣口瓶，亦配以橡皮塞，不可漏氣。L 係
500 cc. 玻璃杯。)
- (3) 將 H 大瓶盛以清水，約滿十分之八九。啓簧鈎 J，而於
尖嘴管 K 處以口吸之，則瓶中之水由 I 橡皮管而流
至尖端 K，當 I, K 均充滿水時，緊閉簧鈎 J。全套儀

器，須全無漏氣處尤爲至要。如J已緊閉，尖嘴K仍有水滴下，即係漏氣之證。

- (4) H瓶內水之溫度須與室內溫度相同，否則，應靜置片時，使達到室溫。
- (5) 精秤約 1g 左右之純粹鋅粒。用白金絲一條作催化劑，共置入 250 cc. 廣口瓶E中。此時先置E瓶於旁。
- (6) 緊閉簧鉗C，尖嘴管D下置一小玻璃杯，作爲受器。加稀鹽酸(20 cc. 純濃酸於 20 cc. 水)幾滿B漏斗。略啓簧鉗C，則鹽酸即流入受器中；此時即復閉簧鉗而緊夾之，使尖嘴管D中亦滿充稀酸而無下滴者。
- (7) 復配接E，H二瓶之連絡，一如圖中所示。各處須全無漏氣處。
- (8) 瓶中空氣之壓力須等於室中之大氣壓力。校準之法：另取一潔淨玻璃杯，半滿以水，移去L，將尖嘴管K之尖端放於此杯中，尖端須在水面之下。啓簧鉗J，乃上提玻璃杯，使杯內水面與瓶內水面等高。此時因瓶中空氣壓力已與室中之氣壓等，故可再緊閉鉗J，而移去水杯，重置L於原處，以備實驗。
- (9) 次再啓鉗J而半啓鉗C，俟稀鹽酸由C流入E瓶中約八九滴，乃暫閉C鉗。此時鹽酸與鋅即生作用，而發生氫氣，因氫之發生，H瓶中之水乃被排出而流入玻璃杯L中。



如鋅未全溶，可再半啓C 鈹，使鹽酸流入數滴。繼續間斷的加入，至鋅溶盡爲止。緊閉C 鈹。

(10)四五分鐘後，俟瓶中溫度復等於室溫時，再用上法使瓶中壓力復與室內氣壓相等，法即將L 玻杯上下移動，使L 之水面與瓶中之水面等高。此時乃復閉鈹J（注意：尖嘴端在水面之下）。

(11)用量筒測量爲氫所排出流入L 中之水之容積。

(12)記錄實驗室內此時之溫度。

(13)又記錄實驗室內此時之氣壓。空氣中含有水分，故應減去在此溫度時水汽之壓力，而校正其數。（觀附錄 III）

(14)用量筒再測量E 瓶中液體之容積。如是，則L 中水之容積減去E 瓶中液體之容積，即係所發生氫之容積。

(15)將此氫之容積，算至標準情形時應佔之容積。

$$\text{法： } V_0 (\text{標準情形時應佔之容積}) = \frac{V(P-p)273}{760(273+t^0)}$$

（註）P 爲試驗時大氣壓力； t^0 爲試驗時室溫；p 爲室溫時水汽壓力 [(P-p) 即(13)校正後之壓力]；V 爲所發生氫之容積。又標準情形時，1000cc. 氫重 0.089879 g。

(16)當量之計算：

(a)求氫之重：

$$1000:V_0=0.089879:x$$

cc cc g g

(b)求鋅之當量:

$$\text{氫重}:\text{鋅重}=1.008:x$$

(註) 此試驗若用稀硫酸(10 cc.濃酸於30 cc.)以代稀鹽酸,其結果亦同。反應式?

(17)將試驗結果填入下表格內:

表 格

鋅重.....	g
{ L 中水之容積 (2).....	cc.
{ E 中水之容積 (1).....	cc.
{ 氫之容積;即 (2)-(1).....	cc.
室溫.....	°C
{ 氣壓 (3).....	mm
{ 水汽壓力(附錄III)(4).....	mm
{ 氣壓(校正),即 (3)-(4).....	mm
氫之容積(標準情形).....	cc.
標準情形時氫之容積化為重量.....	g
氫 1000 cc.重.....	g
鋅之當量←.....→	

* 試驗二十二 銀之當量

儀器: 精細天平;鐵圈架;試管;漏斗;燒杯;洗滌瓶;玻棒(一端套以長約1 cm.之橡皮管)。

藥品：硝酸銀液(34 g 於 1000 cc. 水)；銅片 3 × 6 cm；線。

方法：
$$\text{Cu} + \text{AgNO}_3 \longrightarrow ? + ?$$

1. 取 3 × 6 cm 銅片一塊，用沙紙擦光，在其頂端可鑽一小孔，結以細線。乃將此銅片精細權其重量。
2. 浸銅片於硝酸銀溶液中，靜置一夜後，再來續試。
3. 當第二日取出時，銅片面上必附着銀屑一層。用一套着橡皮管之玻棒，將銅上附着之銀屑輕輕擦下，一面用洗滌瓶鼓水，使銀屑盡洗入於乾潔之燒杯中。
4. 將銅片拭乾後，再於精細天平上權之。加重歟，抑失重歟？何故？
5. *（此節可先由教師爲之）取濾紙 100 張或 50 張，權其共重，如是，則每張之重即得而知之。將此濾紙分與學生，並告知其每張所有之重量。
6. 將杯中銀屑用已知重量之濾紙過濾（參觀試驗三“過濾及洗滌法”），使杯內銀屑盡洗入濾紙中後，乃用清水再洗滌四五次。（每次續洗，當俟漏斗中前一回積水流完時，方可舉行。）
7. 洗滌既竣，乃將銀屑與濾紙一併置入 100° 溫度之烘燥箱內烘乾之。
8. 烘乾後，冷卻至室溫時，再將濾紙及銀屑以精細天平慎權其重。將所得之結果，再減去濾紙之重，即作用時所析出銀之重。

結 果

銅片本重.....	g
銅片失重.....	g
故溶去銅之重 →	g
濾紙+銀屑共重.....	g
濾紙之重.....	g
故析出銀之重 →	g
銀之當量	

設以31.78 g 爲銅之當量，就結果以計算銀之當量。

法： 溶去之銅：析出之銀 = 31.78 : x

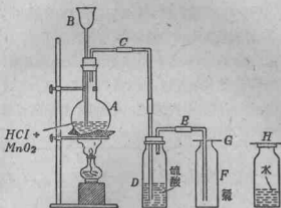
試驗二十三 氯

注意：氯有毒，應在安全罩下試驗之；否則，在室外舉行亦佳。此氣慎勿吸入，誤吸入時，可用手帕蘸純潔酒精，按於口鼻，吸其蒸氣，能稍解之。

儀器：燒瓶；漏斗管；導氣管；廣口瓶；燃燒匙；蠟燭；酒精燈；硬紙板；玻片；氯氣發生裝置。

藥品：二氧化錳；鹽酸；錫粉；藍布；鈉；黃磷。

製法：配置儀器如下圖。燒瓶A中預置25g 二氧化錳，乃由漏斗管B注入150 cc. 濃鹽酸，搖動燒瓶，使其混和。D瓶內係少量濃硫酸，用以吸收水分。G係硬紙板，中穿一孔，導氣管插入收集瓶中，末端應近瓶底。裝置既妥，乃用焰微熱



之，使氯徐徐發生。如此收集氣體，名曰何法？何以知氯已裝滿？各瓶既裝氯後，乃插導氣管於H瓶之水中，至氯出盡爲

止。所成之溶液，即謂之“氯水”。

性質：(1) 述氯之物理性質。

(2) 用小刀切取一極小片之鈉(刀及手均須乾燥!)，投入氯瓶中，(?)生成何物？反應式？

(3) 置燭於燃燒匙中，燃着後，持入氯氣中，仍能繼續燃燒否？焰色？有黑煙否？何故？

(4) 取乾燥之藍布，或別種印色布，投入氯中，仍將玻片蓋住。許久後，變色否？

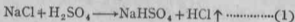
(5) 將另一藍布潤水，再取紙二條，一用墨水寫字，一用中國墨寫字，一併投入氯中，蓋瓶後而察其作用。(?)水分對於漂白有何關係？試說明之。

(6) 取鎂一小塊，搗碎成粉末後，撒入氯中。(?) 反應式？此現象是燃燒否？燃燒是否必需氧氣？

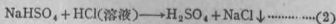
- (7) 切取黃磷少許，用濾紙吸去其水分，置於燃燒匙中，稍熱之，持入氯瓶中。(?)燃燒否? 焰色?
- (8) 取所製之氯水曝於日光下，(?)此發生之氣泡是甚麼?
- (9)*如前法製氫，驗其純粹後，乃於導管點火，將火焰送入氯中，(?)仍能燃燒否? 焰色? 反應式? 將藍色石蕊紙懸於此瓶中。結果?

——氯化氫製法之原理——

製法——

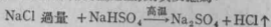


此係實驗室之製法。用焰微熱之，即能發生氯化氫。此氣不溶於硫酸，故一經發生，即外逸而出，與其他諸物無作用之機會。氯化氫既與全體脫離關係，則全局之平衡消失，於是食鹽與硫酸乃繼續的變化，而至作用完全為止。今若取 NaHSO_4 之飽和溶液，加入濃鹽酸，其作用即為(1)之反：

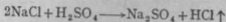


然而(1)之不為反逆作用者，用同樣之理論來研究(2)之作用，即可得而知之。蓋此處之濃鹽酸，並非氣體，發生反應而成為硫酸與氯化鈉。然氯化鈉不溶於濃鹽酸，乃不得不沈澱而出，變為不溶之物。因此全局之平衡亦失，硫酸鈉與鹽酸乃亦非繼續的變化不可。

由此可知，欲達完全之作用，非有一物與作用全局脫離而攪其平衡不可，故(1)發生氣體，(2)析出沈澱，(3)合為不易電離之水分子，均係使作用完全之常法也。又製氯化氫如溫度高，而食鹽過量，則其反應為：



故作用(1)亦可簡寫之如下：



試驗二十四 氯化氫

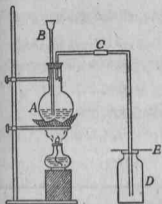
儀器：廣口瓶；漏斗管；導氣管；酒精燈；燒瓶，配雙孔橡皮塞；圓底燒瓶，配單孔橡皮塞；硬紙板；玻片；玻棒；試管；濾紙；漏斗；漏斗架；鐵圈架；尖嘴長玻管。

藥品：食鹽；硫酸；蠟燭；藍色石蕊紙；氫氧化銨液；藍色石蕊液；硝酸銀液；鹽酸；硝酸；磷酸鈉；草酸鉀。

製法：配置儀器如下圖；因氯化氫易侵蝕橡皮管，故少用為佳。E 係有孔之硬紙板。

取食鹽約 50g 置於 A，加水少許，使漏斗管 B 之腳沒於水面之下。(?) 乃再由漏斗管注入稀硫酸(3酸, 1水)約 40 cc., 微搖玻瓶，使其混和。

以焰徐熱之，待空氣出盡後乃用乾燥之收集瓶如圖，收取氣體四廣口瓶，及一圓底燒瓶，以備實驗。當瓶中氯



化氫已滿時，試以潤濕之藍色石蕊紙驗於瓶口，能立變紅色。

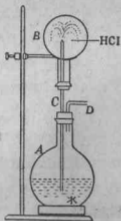
各瓶已充滿氯化氫後，蓋以玻片；乃將導氣管插入一盛40 cc. 水之廣口瓶內。導管末端不可沒入水中，僅離近水面可也。何故？此時氯化氫即溶於水，成為鹽酸。試察氯化氫溶入水中之現象。由瓶外液面旁觀察氯化氫溶於水之

情形，說明鹽酸是否較水為重(比重)？收集氯化氫既用向上排置空氣法，則可知此氣有何特別物理性質？製硝酸，鹽酸何以概用硫酸，其故安在？又當集氣瓶之口若見有白煙發生，亦係瓶內業已裝滿氯化氫之證，何故？

氯化氫與鹽酸之性質：

- (1) 考察氯化氫之物理性質。何以稍啓瓶蓋即有白煙逸出？試以潤濕之藍石蕊紙。(?)
- (2) 持一燃着之燭於盛氯化氫之瓶中。(?)燭能繼續燃燒否？氯化氫能自燃抑助燃？
- (3) 將一滿盛氯化氫之瓶蓋移開，速即注入少許氫氧化銨液。用掌心緊按瓶口而振盪之。手掌是否被瓶吸住？何故？內成何物？
- (4) 注入少許水於氯化氫之瓶中，以掌心緊按瓶口，而振盪

之。是否手掌亦被吸住？何故？投入藍色石蕊紙於瓶中之水內。結果？



A 平底燒瓶； B 圓底燒瓶；
C 尖嘴長玻璃管；
D 彎玻璃管。此裝置須緊密無洩氣處。

(5) 將裝滿氯化氫之圓底燒瓶倒置於平底燒瓶之上，如左圖。平底燒瓶中預盛以水，用藍色石蕊液加入水內，使成藍色。於是由D管吹氣入A瓶，瓶中之水被追，上升至B；僅壓入數滴之水入上瓶後，水即繼續上噴。(?) 試與氨噴泉比較，有無不同之處？

(6) 取所製之鹽酸數滴，加水稀釋後，嘗其味，並用藍色石蕊紙驗之。

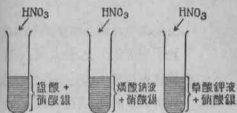
(7) 取少許稀鹽酸置於蒸發皿中，蒸發之。時以石蕊紙驗之。溶於水中之氯化氫能否因熱而被完全驅出？

(8) 取三分濃鹽酸與一分濃硝酸相混和，此液稱為王水。何故？試熱之，能變色否？有何氣體發生？



(9) 取稀鹽酸少許，加入鎂一小條，以着火之木片驗於管口。(?)再取濃鹽酸加二氧化錳，熱之。(?)此試驗證明甚麼？

(10) 氯化物之檢查——(a) 取試管三支，分別置鹽酸，磷酸



鈉溶液，及草酸鉀溶液各少許，并各加少許硝酸銀液。反應式？觀察所成沈澱的形狀與顏色。繼乃各再加

少許硝酸。(?) 結果？

(b) 取少許鹽酸加硝酸銀液，俟沈澱下沉後，乃傾注其上層之澄清液，棄去之。次加入氫氧化銨液於沈澱上。結果？

(c) 同 (b) 法製成氯化銀之沈澱，用濾紙濾取其沈澱，乃將所得之氯化銀曝於日光下，察其有何變化？

試驗二十五 溴(有毒！)

鹵素：——概論

氟、氯、溴、碘，因其性質極相似，故自成一族，稱為鹵素。此四元素均係單原子價，易與氫化合為無色之氣體(除氟化氫為極易揮發之液體外)。此類之氫化合物，皆易溶於水而成為強酸，故作試驗二十五、二十六、二十七時，當參考試驗二十三及二十四而比較之，例如製法、性質類多相同之處。茲將此四元素列表如下，以資比較：

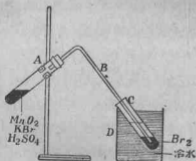
元素	原子量	狀態	顏色	沸點	溶度 100cc水, 15°	氧化物—“克分子 子量”之化合熱
氟	19.0	氣體	淡黃	-187°C	.....	118,100 cal.
氯	35.5	氣體	黃綠	-34°C	7.2	104,300 cal.
溴	79.9	液體	深紅	+59°C	3.2	95,100 cal.
碘	126.9	固體	紫黑	184°C	0.015	80,100 cal.

儀器：硬質試管，配以單孔木塞；鐵圈架；導氣管；試管；燒杯；酒精燈。

藥品：溴化鉀；二氧化錳；硫酸；食鹽；二硫化碳；氯水；染色布；硝酸銀；稀薄澱粉糊。

製法：A. 預試——置二氧化錳1g與等量食鹽之混合物於試管中，再加少許硫酸，徐熱之。反應式？有何氣體發生？

B. 製溴——將 2g 二氧化錳與等量之溴化鉀混合後，



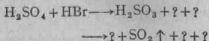
置於試管中，加入約 6 cc. 硫酸(1酸, 2水), 調和後即塞木塞, 令導氣管 B 通入另一試管 C, 如左圖; 此試管預盛少量之水, 並將管浸於燒杯 D 之冷水中, 以促溴之凝結。配置既妥後, 可執小焰微熱 A

試管。溴之蒸氣是何顏色？反應式？俟溴出盡後, 先去管塞, 後撤火焰。何故？

性質：(1) 視察試管 C 內之溴。問溴為何色？其臭如何？比重較

水爲大否?能溶於水否?

- (2) 取染色布一小條,以驗溴之漂白性。
- (3) 置約 15 cc. 水於試管中,加入 2—3cc. 二硫化碳,振搖之。二液能混和否?加入數滴溴水後,再振搖片時,結果如何?
- (4) 溶溴化鉀晶於 2—3cc. 水中。加少量二硫化碳,振盪之。結果?再注入數滴氯水,振搖之。結果?反應式?解釋。
- (5) 加數滴溴水於約 7—8 cc. 之稀薄澱粉糊中。有變化否?
- (6) 溶溴化鉀晶一粒於少量之水,加入數滴硝酸銀。有沈澱否?何色?
- (7) 溴化氫——置約 1g 溴化鉀於試管中,加數滴濃硫酸,僅微熱之。結果?是否有白煙逸出?此何物?反應式?用藍色石蕊紙在管口驗之。(?) 管內見有紅色之氣體,何故?何物之蒸氣,其顏色與之相同?由此可見溴化氫較氯化氫尤爲穩定否?稍嗅管中所發生之氣體(用手扇近鼻前即得),有二氧化硫之臭否?二氧化硫係硫酸還原至亞硫酸再分解而成者。如此,可見其作用必爲:



故用此法以製溴化氫，結果能得純粹之氫溴酸否？

其他問題：

1. 西名 Bromine (溴) 之命名，何意？
2. 爲何溴水須放在暗處？
3. 溴化鉀與氯化鉀如何鑑別？
4. 於溴化鈉液加入過量之硝酸銀液後，得 0.65g 溴化銀之沈澱。問溶液中原有幾何溴化鈉？

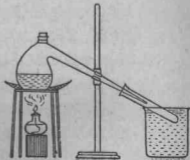
(註： 溴氣甚毒，切勿吸入。試驗時可在安全罩下行之，或室外亦佳。)

試驗二十六 碘

儀器： 曲頸瓶；試管；玻杯；鐵圈架；酒精燈。

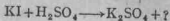
藥品： 碘化鉀；二氧化錳；硫酸；氯水；硝酸銀；稀薄澱粉糊；酒精；溴化鉀溶液；二硫化碳(或四氯化碳)；木片；溴水。

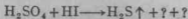
製法： 混和 2g 碘化鉀與 4g 二氧化錳，置於曲頸瓶中。由瓶上注入硫酸(1酸, 2水) 約 6—7 cc., 蓋緊, 瓶出氣管口插入一試管中, 浸於冷水內如圖。以小焰微熱之, 不久即見有何物凝結於管壁? 反應式?



性質：——(1)視察碘之顏色及結晶形狀。

- (2) 用角匙撥取少許黏凝於甌出氣管或試管中之碘。試溶於(a)水，(b)酒精，(c)碘化鉀溶液，(d)二硫化碳(或四氯化碳)。問何者為最佳之溶劑？並述所成溶液之顏色。
- (3) 取試管二支，一置碘晶一小粒及約 3cc. 水，一置碘化鉀溶液約 3 cc.，乃各加數滴二硫化碳，振搖之。是否成兩層液體？何支試管中見顏色？何色？乃加氯水於無色之一支試管中，振搖後，亦生顏色否？何色？反應式？
- (4) 取少許碘化鉀液，加數滴二硫化碳。結果？再注入少量溴水，復搖之。結果？反應式？由此可見碘化物較溴化物及氯化物為穩定否？
- (5) 加硝酸銀液於少許碘化鉀液中，有何沈澱否？何色？此種沈澱與加硝酸銀液於氯化物或溴化物所成之沈澱物相似否？
- (6) 取二試管，各置稀薄澱粉糊，次加碘水於一試管中，而加碘化鉀液於另一支試管中。何支試管有色？何色？於無色之一支試管，加入少許氯水，結果？解釋其理。
- (7) 置 1g 碘化鉀於試管中，加入數滴濃硫酸，有白煙自管口逸出否？用潤濕之藍色石蕊紙，於管口驗之。(?) 用此法可得純粹之氫碘酸否？是否有碘析出？嗅有腐敗蛋之臭味否？此係硫化氫之臭，故其反應當為：





其他問題：

- 西名 Iodine (碘) 之命名, 其意何在?
- 氯化物, 碘化物及溴化物, 可用何法鑑別?
- 氯溴碘三元素, 以何者之活動力為最大? 何者最小?
- 鹵素化氫之酸類中, 以何者為最穩定? 何酸最易為硫酸氧化?
- 1g 碘化鉀若與過量之二氧化錳與硫酸起作用, 問應得碘若干?
- 碘之酒精溶液, 在醫藥上有何功用?

試驗二十七 氟化氫(毒氣!)

儀器：鉛皿；玻片；酒精燈。

藥品：氟化鈣；硫酸；石蠟。

製法：氟化氫與其溶液有極大之腐蝕性，切勿吸入，勿沾及肌膚！



取玻片一塊，上鋪石蠟一薄層，用焰小心熱之使熔，熔解後置之一旁，待其冷卻；一方面取 4g 氟化鈣，搗為粉末後，置於鉛皿中。再將已凝結之塗石蠟玻片，用尖銳之物，任意

刻字畫於其上。所刻之處，不可太淺，須露出玻璃之面。然

後於鉛皿中加入適量濃硫酸，調和成厚糊之狀。將塗石蠟之玻片，覆於皿上如圖，刻字畫之面須向下。玻片上面再鋪潤濕之濾紙數張，時以冷水滴澆之。皿下用焰微熱之，溫度不可太高，否則蠟易熔解。此時發生何種作用？反應式？

約一小時後，將玻片上石蠟刮去，則所刻之字畫已豁然顯露於玻面矣。

問氟化氫何以能腐蝕玻璃？反應式？

試驗二十八 酸類；鹽基類；鹽類

酸類：儀器： 試管；玻棒；燃燒匙；玻璃瓶。

藥品： 硫末；黃磷；鹽酸；硝酸；硫酸；醋酸。

- 方法：**
1. 置少許硫末於燃燒匙，燃着後，持入盛氧瓶（或空瓶）中。次取出燃燒匙，注入少量之水，蓋瓶口振盪片時。乃投入藍色石蕊紙驗之。結果？反應式？
 2. 置少許黃磷於燃燒匙，如上法試驗之。亦能使藍色石蕊紙變色否？反應式？
 3. 取少許鹽酸，硝酸，硫酸，醋酸，各置於試管中，以水稀釋之。用玻棒蘸其溶液，各試之於藍色石蕊紙。結果相同否？取各酸之極稀溶液一點，以嘗其味。味均相同否？由此可知，酸類之成分必有何種相同之處？解釋之。甚麼是酸之公有性？梅、柑、醋

等，就其味言，則必含有何種成分？

注意： 酸類中，以硫酸，硝酸，鹽酸為最強，用時切勿沾及肌膚，否則必致腐蝕或灼傷，甚危險也。

動物性纖維所製之衣服，如羊毛、嗶嘰、呢絨之類，遇硝酸即變黃色。

所着衣服若沾硫酸，多被腐蝕成孔。試驗時更應謹慎。

酸類沾及肌膚或衣服，可用何法處理？參觀鹽基類及鹽類試驗後，解答之。

鹽基類：儀器： 試管；蒸發皿；錶面皿；酒精燈；玻棒。

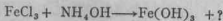
藥品： 鈉；石灰；氫氧化銨；氫氧化鉀液；氯化鐵；紅色石蕊紙。

方法： (1) 參觀試驗十一“水之分解(用鈉)”。切取鈉一小塊，投入盛水之蒸發皿中，蓋以錶面皿。反應式？俟作用既終，以紅色石蕊紙驗之。(?)又取一二滴溶液，用5cc.水稀釋後，嘗其味。(?)此係何物之味？將此溶液蒸發至乾。結果？

(2) 置少許石灰於試管中，加少量之水，熱之。(?)此時石灰變成何物？加水稀釋後，過濾之。取其濾液少許嘗其味，再以紅色石蕊紙驗之。(?)

(3) 加4cc.氫氧化銨於5cc.氯化鐵之熱溶液內。

結果？



過濾之。此時濾紙上之固體即係 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。洗滌四五次後，乃將 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 置入試管中，加 5 cc. 水振搖片時，用紅色石蕊紙試其溶液。結果？

- (4) 取試管二支，一置少許氫氧化銨，一置少許氫氧化鉀液，各以紅色石蕊紙驗之。(?) 用手指蘸取氫氧化鉀液少許，於指間摩擦之，覺滑膩否？氫氧化銨亦有此性否？氫氧化鈉？

由此可見鹽基類之成分有何相同之處？甚麼是鹽基類之公有性？

注意： 氫氧化鈉及氫氧化鉀為最強之鹽基類。有腐蝕玻璃之性，故凡鹽基類之水溶液，貯於瓶中，不宜用玻璃塞。氫氧化鈉或氫氧化鉀之固體，甚易吸收水分，故宜緊蓋瓶塞，以免潮解。

肌膚為氫氧化鈉或鉀之濃溶液所沾，必被侵蝕受傷；動物性纖維之衣服若沾氫氧化鈉或鉀之溶液，亦必腐蝕成孔。試驗之時，慎之！如何補救之法，俟“鹽類”試驗後，即可知之。

鹽類：儀器： 蒸發皿；錶面皿；玻棒；酒精燈。

藥品： 鹽酸；氫氧化鈉；硝酸；氫氧化鉀。

方法：(1)置少許氫氧化鈉液(10g 於 100cc. 水)於蒸發皿中，加入數滴鹽酸，時以玻棒蘸液一滴，試於紅藍二色石蕊紙上。能變色否？如是，繼續滴滴加入，至其溶液使紅、藍色之石蕊紙均不變色為止(或使藍色石蕊紙稍變微紅，亦不妨)。後乃蒸發至乾。留下何物？試嘗其味。

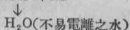
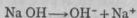
(2)重作以上試驗，以氫氧化鉀代氫氧化鈉，以硝酸代鹽酸。至溶液不顯酸性，亦不顯鹼基性時，蒸發至乾。皿中留下何物？

凡酸類之酸根(Acid Radical)與鹽基類之金屬游子相化合即成爲鹽。食鹽爲鹽類之一種。酸與鹽基類化合之作用稱爲何名？酸或鹽基類沾身，則應如何補救，想可解答矣。中和鹼類多用鹽酸，中和酸類多用氫氧化鈉，何故？蜂、蜈蚣、蟻類嚙人時放出之毒質係酸之一種，故當用何法以解治之？

中 和 作 用

原理：酸類與鹽基類發生作用，成水與鹽類及作用之熱量，此種作用謂之中和。酸類溶於水，分裂爲氫游子與一種酸根游子；鹽基類溶於水，分裂爲氫氧游子與金屬游子。中和時，氫游子與氫氧游子化合而成爲不易電離之水，故溶液中祇餘金屬游子與酸根游子。若蒸發

其水分，則上二種游子合而為鹽。



當 量 溶 液

酸類之當量溶液，即每 1000 cc. 中含有 1g 氫之溶液。

鹽基類之當量溶液，即每 1000 cc. 中含有 17g 氫氧基之溶液。

因 1g 氫與 17g 氫氧基適合為一克分子之水，

故 $\frac{1}{2}$ 當量酸類適能與 $\frac{1}{2}$ 當量鹽基類中和，

同理 $\frac{1}{5}$ 當量酸類適能與 $\frac{1}{5}$ 當量鹽基類中和。

如是利用當量溶液於實驗及計算中，便利殊多。

試驗二十九需用試藥之配製

五分之一當量鹽酸 ($\frac{1}{5}\text{N HCl}$): 取濃純鹽酸 17 cc. 調和於水後而再加水，至共成 1000 cc.，蓋濃純鹽酸之比重為 1.2，含有 39.80% 之氯化氫。然此並非確係 $\frac{1}{5}\text{N}$ ，惟近於此強度而已。所用之水，須蒸溜水。

$\frac{1}{5}\text{N NaOH}$: 慎權 8g 之氫氧化鈉，先溶於少許水中而後配成 1000 cc.，蓋 NaOH 之當量為 40g，五分之一當量自為 8g。

酚酞 (Phenol-phthalein) 指示劑在酸中為無色，在鹽基中為紅色。取 1g 酚酞，溶於 100 cc. 之 50% 酒精中。

試驗二十九 酸類與鹽基類強度之比較

儀器：滴管；滴管架；燒杯(或歐氏燒瓶)；小漏斗；玻棒；量筒。

藥品： $\frac{1}{5}$ -N 鹽酸； $\frac{1}{5}$ -N 氫氧化鈉溶液；酚酞溶液。

方法：(1) 取滴管兩支，一支有玻璃活塞，以備盛酸；一支係用橡皮管而夾以簧鈎者，以備盛鹽基類之溶液，因鹽基類性能腐蝕玻璃。

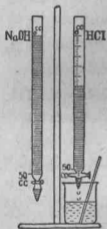
(2) 先將兩支滴管以水洗淨之。

(3) 後取有玻璃活塞者加入少許 $\frac{1}{5}$ -N 鹽酸，反覆洗盪，乃復棄去之。於是正式將 $\frac{1}{5}$ -N 鹽酸用小漏斗(漏斗亦須洗淨而曾用 $\frac{1}{5}$ -N 鹽酸盪過者)注入於此滴管中。加入之量，使液面在 0cc. 之上約 3—4 mm 之高度。此時再略啓活塞，任鹽酸流出，至管中液面之凹底適與 0cc. 之標誌相合

乃止。

(4) 繼取有橡皮管之滴管，一如前項手續，注入 $\frac{1}{5}$ -N 氫氧化鈉液。為便利計，使液面之凹底亦與 0cc. 之標誌相合。

(5) 取一玻棒及一潔淨玻杯(或歐氏燒瓶)，將玻杯置於



鹽酸管下，開活塞而注入約 15 cc. 之酸。即記錄所用 cc. 數！復以約 15 cc. 水稀釋後，乃加入酚酞液一二滴。何色？

- (6) 次將玻杯置於氫氧化鈉之管下。啓黃鉢使氫氧化鈉流入杯中，約有 8—9 cc. 時，乃半閉黃鉢，使溶液緩緩滴下。此時玻杯下，可墊白色紙一張，並注意滴下之 NaOH 與 HCl 相觸生淡紅色時，即閉鉢而以玻棒攪之。如攪後紅色又失，再啓鉢，流入一滴。復閉鉢，再以玻棒攪之。如是繼續加入，至一滴之 NaOH 攪後能使杯中液體全變極淡之紅色乃止。記錄 cc. 數！
- (7) 如偶因不慎，加 NaOH 太多，以致超過中和時，可再滴加 HCl，使紅色適變無色為止。即記錄此 cc. 數！（如 HCl 又加入太多，可再滴入 NaOH，至一滴之量適能使液全變淡紅色為止。當然 NaOH 之 cc. 數須再記下。）
- (8) 已達中和時，將共用 HCl 之 cc. 數與共用 NaOH 之 cc. 數比較之。問用 1 cc. NaOH，須用幾 cc. HCl？若 NaOH 適為 $\frac{1}{5}$ N，求所用 HCl 為若干當量？是否亦適為 $\frac{1}{5}$ N？故用此法，是否可藉已知強度之酸（或鹼液）以測定未知強度之鹼液（或酸）？
- (9) 依上法，重試一次。此時可用 20 cc. HCl。從兩個結果，求其平均之數值。試驗畢，應洗淨一切儀器！

HCl 對 NaOH

測定次數→	I	II
HCl:		
末次cc. 記錄	cc.	cc.
初次cc. 記錄	cc.	cc.
∴ 共用cc.	cc.	cc.
NaOH:		
末次cc. 記錄	cc.	cc.
初次cc. 記錄	cc.	cc.
∴ 共用cc.	cc.	cc.
∴ 1cc. NaOH 等於 平均值	cc. HCl	cc. HCl

試驗三十 化學作用之類別

1. 簡單分解——

儀器：酒精噴燈；硬質試管。

藥品：氧化汞。

方法：置少許氧化汞於硬質試管中，熱之。時以紅熾之木片驗於管口。(?) 試管壁上見有何物？反應式？何以此種作用稱為簡單分解？試另舉二例，其作用亦係簡單分解。凡簡單分解，能 (Energy) 須供給抑放出？

2. 直接化合——

儀器：石棉板；鑷子。

藥品：黃磷；碘。

方法：置黃磷一小塊於石棉板上，以鑷子夾磷晶一粒，放於磷上，急速遠避，以觀其劇烈之作用。此處作用，能係供給抑係放出？何以此種作用，稱為直接化合？試另舉二例，其作用亦屬直接化合者。

3. 置換——

儀器：試管。

藥品：鋅粒；稀鹽酸(1酸,4水)；溴化鉀；氯水。

方法：(a) 置少許稀鹽酸於試管，加入少量之鋅。以燃着之木片驗於管口。(?)何以此種作用稱為置換？作用時能須供給抑放出？試摸試管外壁，溫度如何？

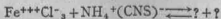
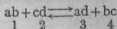
(b) 置少許溴化鉀溶液於試管中，加入氯水，振搖之。結果？加入少許二硫化碳以驗之。試另舉二例，其作用亦屬置換者。

4. 交互分解——

儀器：試管；蒸發皿。

藥品：三氯化鐵液；硫氰化銨液；氯化銨液；硝酸銨液；硫酸鈉液；硫化鐵；稀鹽酸(1酸,3水)；氫氧化鈉液。

方法：A. 交互分解(可逆作用)：



置少許稀薄之三氯化鐵液於試管，加入等量硫氰化銨之稀液。(?)四物之中，何者為有色之物質？問此作

用完全否?何故?

將此混和之化合物,分爲四分,計a,b,c,d.

a 液留置一旁,作比較用。

於b 液加數滴三氯化鐵液。(?)

於c 液加數滴硫氰化鉍液。(?)

於d 液加數滴氯化鉍液。(?)

以上現象試解釋之。凡交互分解欲使其作用完全,應採何法?

B.交互分解(完全法 I):

取少許硫酸鈉液,加入數滴硝酸銀液。(?)反應式?解釋此係完全作用。另舉二例,其作用亦係屬於此類者。

C.交互分解(完全法 II):

取少許硫化鐵,置於試管中。加入少量稀鹽酸。(?)有何氣體發生否?臭味?解釋此係完全作用。另舉二例,其作用亦係屬於此類者。

D.交互分解(完全法 III):

取少量氫氧化鈉稀液於蒸發皿中,再將稀鹽酸滴入,至其混和液不再使紅、藍色石蕊紙起變化乃止。問此時作用完全否?何故?試另舉二例,其作用亦屬於此類者。

將液蒸發至乾,問皿中所留者何物?



將化學作用之類別，作一結論而記錄於報告本上。

試驗三十一 金屬之置換

儀器：試管十二支；試管架。

藥品：長方鋅片六片(10×1cm)；長方銅片六片(10×1cm)；稀硫酸；醋酸鉛液；硫酸銅液；硝酸銀液；硝酸汞液；硝酸鋅液。(以上五種溶液各取0.5g固體，溶於10cc.水中。)

方法：(參考附錄四)

A. 將長方鋅片用沙紙擦光，在頂端鑽一小孔，結以麻線。

取試管6支，分別置下列溶液約4—5cm高度：(1)稀硫酸，(2)醋酸鉛液，(3)硫酸銅液，(4)硝酸銀液，(5)硝酸汞液，(6)硝酸鋅液。乃將所備之鋅片六片，分別浸於此六個試管中。每個試管附以表誌，以免混亂。試察有何變化否？

靜置二十餘分鐘後，取出鋅片，用乾潔之白紙拭之。見有黑色之金屬細屑否？任何金屬之細屑，大都係黑色。問各管內之溶液與鋅片曾發生何種作用？試以反應式表明之。

B. 再如A節試驗，改用光潔之銅片以代鋅片。問銅與此六種溶液曾發生何種變化？試以反應式表明之。

試驗三十二 硫

儀器：試管；燒杯；漏斗；錶面皿；濾紙；酒精燈；放大鏡。

藥品：條狀硫黃；二硫化碳；鐵屑；銅絲（或銅片）。

性質：(1) 取少許條狀硫黃，研成細末後，置入試管。加入約 5—6 cc. 二硫化碳（避火！），振盪之。硫能溶解否？傾此溶液於錶面皿上，而置於安全罩下，或室外之通風處。俟蒸發至乾後，皿上留有何物？用放大鏡窺其結晶之形狀，並繪圖於左。此結晶體透明否？留至次日，再來觀察。問仍透明否？

(2) 試管中置硫黃至半滿，乃於焰上徐熱之，使適熔融。溫度不可過高（融化時之硫作灰黃色）。

取濾紙一張，摺成如漏斗之圓錐形。執其三層之一面，將熔融之硫傾入其中。待硫由邊際漸凝結至中心，乘其液面尚未全部結合時，即將餘剩融硫倒入冷水中。展開濾紙，用放大鏡察其結晶形狀，並繪圖於左。留至次日，問

結晶有何變化？

(3) 於試管中加 5—6g 硫末，徐徐加熱至熔融，再逐漸升

高溫度，注意硫之流動性及顏色如何變化。(?)此時如蒸氣着火，可任其自然，此時即將沸騰之硫黃由試管作環繞狀傾入冷水玻杯中，如左圖。問此種硫黃何名?爲結晶體否?透明否?能溶於二硫化碳否?取少



許驗之。(如何纔知其全不溶解?)保留此種硫黃，下次再來察其變化?

(4) 置 3—4g 硫黃於試管中，煮沸後，投入光亮銅片(或銅絲)一片。(?)取出銅片，察其表面生何變化?

(5) 取少許鐵屑與等量硫黃混和，置於試管熱之。(?)反應式?擊碎試管，用此化合物加入稀鹽酸。(?)有何種氣體發生?

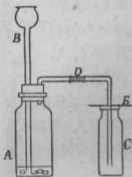
試驗三十三 硫化氫

(此氣如吸入甚多，有毒。)

儀器：廣口瓶；漏斗管；導氣管；試管；集氣瓶；玻片；漏斗；蒸發皿；錶面皿；硬紙板。

藥品：硫化鐵；鹽酸(1酸, 1水)；濾紙；紅、藍色石蕊紙；醋酸鉛液；銀幣；硫酸銅液；氯化錳液；硫酸鋅液；硝酸；氯化錒液。

製法：照下圖，廣口瓶A配以雙孔橡皮塞。一孔插入漏斗管；一孔插入導氣管。導氣管之他端須直抵集氣瓶C之底。E係硬紙板。配置既妥，乃置入20—30g 硫化鐵於A瓶中，由漏斗管注水少許，使漏斗管之腳在水面之下。乃加入少量



稀鹽酸，即起作用，而發生硫化氫。若作用遲緩，可隨時徐徐添加稀鹽酸，惟每次不可加入太多。反應式？

用濾紙一條浸以醋酸鉛液後，持近集氣瓶口驗之，若即變黑色，是為瓶內氣體已滿之證。

如是收集硫化氫三、四瓶後，可放置一旁，乃將導管插入冷水中；以製硫化氫

之水溶液。

(此硫化氫發生裝置，須俟試驗終了時拆卸，因性質研究中尚須續用也。)

- 性質：
1. 記述硫化氫之臭及色。取濾紙浸以醋酸鉛液，懸於硫化氫中，有何變化？反應式？
 2. 問硫化氫能溶於水否？將上製之硫化氫溶液以紅、藍色兩種石蕊紙驗之。(?)投入銀幣一枚於其中。結果？反應式？銀匙觸腐敗雞蛋後，即帶黑色，何故？
 3. 問硫化氫能燃燒否？以火試之。燒後視察瓶壁發見何物？何故？

4. 通硫化氫於 3 cc. 硝酸中，即有白色之硫黃沈澱。何故？反應式？
5. 將收有硫化氫之瓶，倒置於冷水中，振盪之。結果？
6. 取試管四支，分別注入下列溶液四或五 cc.

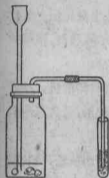
(1) 硫酸銅液(0.3 g 於 5 cc. 水中)

(2) 氯化錳液(0.3 g 於 5 cc. 水中)

(3) 硫酸鋅液(0.3 g 於 5 cc. 水中)

(4) 氯化錒液(0.3 g 於 5 cc. 水中)

各通硫化氫以飽和之。惟每次通硫化氫後，須將導管口用玻管刷洗淨之，方可插入另一液中。切記！問各試管中有何變化？反應式？



- 問題：(1) 欲製 5 升硫化氫，問須用若干 g 硫化鐵？
- (2) 燃燒 4 升硫化氫，須用若干升氧氣？

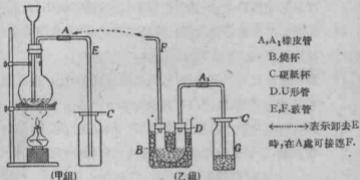
試驗三十四 二氧化硫與亞硫酸

儀器：250 cc. 燒瓶；廣口瓶；硬紙板；漏斗管；導管；鐵圈架；試管；蒸發皿；玻片；U 形玻璃管；燒杯；酒精燈。

藥品：銅；濃硫酸；藍色石蕊紙；氫氧化鈉液；染色布或紅花；重鉻酸鉀液；高錳酸鉀液；硫化氫一瓶；蠟燭；食鹽與冰；稀鹽酸；氯化鋇液。

製法：（此試驗宜在安全罩下或室外行之。）

置15 g 銅片於燒瓶中，加入 30 cc. 濃硫酸，使漏斗管之腳在液面之下。配置儀器如下圖甲組所示。用焰徐熱之，如作用劇烈，可暫撤火焰，以緩和之。導氣管E穿過一硬紙板，而直抵於集氣瓶之底。如將濾紙浸以重鉻酸鉀



液，驗於集氣瓶之口，若即變色者，則為瓶內已裝滿二氧化硫之證。收集此氣五、六瓶，均以玻片密蓋瓶口。

*收氣既畢，乃將 E 管卸去，將 F 管（乙組儀器）移往接合之。U 形玻璃管須埋於冰與鹽之冷劑中。於是由發生瓶中生出之二氧化硫凝結於 U 管，有未凝結之氣體則由 A₁ 管逸出，令其通於 50 cc. 冷水中而成為亞硫酸。待氣出盡後，先卸除導管之連接處，後熄燈火。

性質：（分亞硫酸為四分，備用）

- (1) 試述二氧化硫之物理性質。其臭如何？較空氣為重否？有顏色否？能溶於水否？能燃燒否？試用燃着之燭驗之。

- (2) 取所製之亞硫酸，以藍色石蕊紙驗之。(?) 置少許亞硫酸於蒸發皿中煮沸之，問二氧化硫能全被驅出否？試驗時以藍色石蕊紙驗之。
- (3) 將收有二氧化硫之集氣瓶啓蓋，加入少量之水，仍將玻片蓋緊而振盪之。於是將瓶翻轉，玻片是否落下？何故？
- (4) 問濾紙浸以重鉻酸鉀液，懸於二氧化硫中，有何變化？試寫其反應式？
- (5) 將染色布投入二氧化硫中，蓋以玻片。(?) 此試驗紅花亦可用之。問此種漂白有何缺點？
- (6) 將收有硫化氫之集氣瓶，倒置於二氧化硫之瓶上。兩口相對後，乃抽去玻片。問此中發生如何變化？反應式？
- (7) 取10 cc.高錳酸鉀液於試管中，徐徐加入亞硫酸。(?) 反應式？又加入少許氯化鋇液。(?) 反應式？
- (8) 於少許亞硫酸中滴入數滴氯化鋇液。有沈澱否？若加入少許稀鹽酸，沈澱是否復溶？試者沸之。(?)
- (9) 將所餘之亞硫酸以氫氧化鈉液中和之，蒸發至乾。留者何物？若加數滴硫酸於其上，有何氣體發生？反應式？凡各種亞硫酸鹽均能生此作用，可牢記之。

試將二氧化硫與亞硫酸之性質分別作一結論。問此處製造二氧化硫之法亦名“還原法”，何故？除此法外，另述一二氧化硫之製法於報告冊上，並解釋其反應作用。

試驗三十五 硫酸之研究與酸性鹽之製法

儀器，試管；燒杯；蒸發皿；玻棒；酒精燈；放大鏡。

藥品：濃硫酸；木片；藍色石蕊紙；氯化鋇液；鹽酸；鋅粒；蔗糖；木炭；硫酸銅液；氫氧化鉀液(20%)。

硫酸之性質：(用濃硫酸時，須謹慎！)

- (1) 以玻棒蘸取濃硫酸一滴，用 1000 cc. 水稀釋之。以藍色石蕊紙驗其酸性是否顯著。(?)
- (2) 盛約 30—40 cc. 冷水於燒杯中，徐徐注入約 10 cc. 濃硫酸，用玻棒不絕攪和之。試以手觸玻璃杯外壁。(?)
- (3) 取上製之稀硫酸約 10 cc. 於試管中，加入鋅一粒，微熱之，以燃着之木片驗於管口。(?)反應式？同時置 10 cc. 濃硫酸於另一試管中，亦加入鋅一粒，熱之。問有何種臭味之氣體發生？反應式？
如是，可見稀硫酸與濃硫酸之作用有何不同？
- (4) 蒸發皿中置 5 cc. 濃硫酸，加入適量蔗糖，使成厚糊狀。試察有何變化？蔗糖之成分為 $C_{12}H_{22}O_{11}$ ，問蒸發皿內變成之色，係屬糖中何種元素所致？其中何物已被硫酸吸去？

試將木片一片浸於濃硫酸中。(?)將稀硫酸用玻棒蘸之寫字於白紙上，以微火烘之，有何變化？木與紙所含纖維之成分概為 $(C_6H_{10}O_5)_x$ 。

(5) 硫酸根之檢查：取稀硫酸約10 cc. 加入數滴氯化鋇液。

(?) 加稀鹽酸。(?) 煮沸之。(?) 反應式?

取硫酸銅晶一小粒溶於10 cc. 水中，亦加入數滴氯化鋇液。(?) 加稀鹽酸。(?) 煮沸之。(?) 反應式?

凡一切硫酸鹽均生此種作用。

(6) 問製硝酸，鹽酸，何以概用硫酸？此係利用硫酸之何種性質？

(7) 置木炭一小塊於3—4 cc. 濃硫酸中，加熱。問有何種氣體發生？由此，可見硫酸係還原劑抑為氧化劑？反應式？

酸性鹽之製法：(說明) 凡酸類分子中含有兩個可以被金屬替代之氫原子者，謂之“二鹽基酸”，如 $H_2(SO_4)$, $H_2(SO_3)$ 等。因此，此種酸類之鹽，均有兩種。一種係正鹽；另一種其分子中尚含有一未被替代之氫原子，即名酸性鹽。

(a) 取 25 cc. 稀硫酸(1酸, 5水)，以氫氧化鉀液(20%) 中和之。反應式？蒸發至約 10 cc. 時，乃置之一旁，任其自起結晶。

(b) 另取 25 cc. 稀硫酸，亦以氫氧化鉀液中和之，中和後另加入 25 cc. 同濃度稀硫酸於其中。蒸發至約 10 cc. 時，亦令其自冷而起結晶。

(c) 問(a)(b)二試驗所得結晶體之形狀、味，及對於藍色石蕊紙之影響，均相同否？何者係酸性鹽？何謂酸性鹽？將以上二種作用之反應式均記錄於報告冊上。察驗結晶體時，

可取結晶體一粒先置濾紙上，吸乾再細察之。

試驗三十六 碳之研究

A. 破壞蒸溜

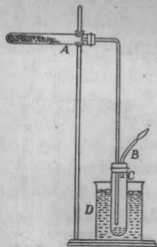
B. 碳之性質

儀器：硬質試管；導管；燒杯；尖嘴玻璃管；大號試管，配以雙孔木塞；鐵圈架；酒精燈。

藥品：木屑；小塊軟煤；紅藍色石蕊紙；醋酸鉛液。

破壞蒸溜：——(a)置木屑於硬質試管A中，約滿管之三分

之二。乃配置儀器如左圖。C係配以雙孔木塞之試管；B係尖嘴管；D係大燒杯，盛以冷水與冰塊。



加熱於A，火力須徐徐加大，至管內氣體出盡為止。同時試驗由尖嘴管B逸出之氣體能否燃燒？問此係何種氣體？俟A管冷卻後，卸下，驗其為何物？此物仍能燃燒否？

取出試管C中液體。問(1)其能溶於水否？(2)能燃燒否？(3)有何臭味？(4)何種顏色？(5)此液體係何

物？(6)其液能使何種顏色之石蕊紙變色？

何以此法稱為破壞蒸溜？

- *(b) 照(a)再試驗一次，惟 A 中係裝置小塊軟煤以代木屑，並用酒精噴燈以代普通之酒精燈。問 A 中所留者何物？此物仍能燃燒否？此次 C 中所積之液體，又係何物？其臭及顏色如何？試於尖嘴管 B 之口，懸以曾浸醋酸鉛液之濾紙條而察其變化。(?) 問所逸出之氣能燃燒否？(此氣即煤氣。)

碳之性質：

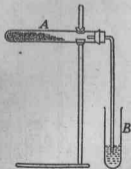
儀器：硬質試管；導管；試管；蒸發皿；燒杯；濾紙；漏斗；漏斗架。

藥品：氧化銅；澄清石灰水；木炭；骨炭；水銀(汞)；石蕊質液(或靛青液)。

方法：

- (1) 還原性質： 將 2—3 g 黑色之氧化銅粉末與等量之研

碎木炭屑混和後，裝入硬質試管 A 中，配置儀器如右圖。B 管中係澄清之石灰水。加熱於 A，反應式？石灰水有變化否？何故？A 管中是否發見紅色之物？此係何物？



- (2) 吸收氣體： 將試管裝滿水銀，倒置於水銀杯中如下圖。旋用玻管導入二氧化碳，約裝滿半管氣體後，乃將曾經在蒸

發皿中烘熱過之木炭一粒，塞入試管之中。因木炭比重較輕，即能浮升管內汞面之上。視察管內汞面是否上升？何故？如不見顯著之變化時，不妨再塞入木炭一小粒。何以先烘熱木炭而後施用？



- (3) 吸收色素：置 50 cc. 水於燒杯中，加入少許石蕊質液（或靛青液），使成有色之溶液。後將曾經加熱過之骨炭粉末適量加入此溶液中，而用力振盪之，再煮沸數分鐘後乃過濾。問濾液尚有顏色否？如尚帶少許顏色，可反覆過濾數次，自能見效。

問題：問 15 g 黑色之氧化銅，須用若干重量之純粹木炭，方能使其全部還原成銅？

試驗三十七 火焰與焰色試驗

儀器：蒸發皿；細玻璃管；酒精燈；酒精噴燈；玻棒；4—5 cm 鉑絲；藍色鈷玻璃片三方。

藥品：木炭一小粒；木片；蠟燭；澄清石灰水；濃鹽酸；氯化鈉；氯化鉀；氯化銣；氯化鋇；氯化鈣；氯化鋇。

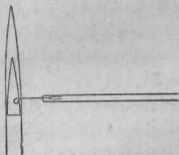
火焰：(1) 將燃着之蠟燭，置於豎立之一張黑紙前。勿使空氣流動而細察焰之構造。問何層之光最強？何層無光而不易辨視？

(2) 將一火柴頭迅速插入焰之中心。問火柴頭與火柴桿，

何者先燃?何故?用一細玻管,將其一端插入焰之中心,而於他端用火燃之。能燃否?何故?

- (3) 放一潔白之蒸發皿於燭焰之上。皿壁上發見何物?將此皿拭淨後,再置於酒精燈之火焰上。結果?兩次結果有何不同?燭光何故較酒精燈之光為明亮?
- (4) 將燃着之蠟燭吹熄之,即以燃着之火柴速置於離燭芯 2—3 cm 之上。問蠟燭是否復燃?何故?蠟燭及普通燃料之成分大抵含何二種元素?燃燒時,該二種元素變成何物?問何以燃木片能生火焰,而燃木炭則無之?如何方能有火焰?
- (5) 何謂燃燒點?何以燈火初燃,燈罩上常生水暈?將酒精噴燈(或本生燈)燃着,於焰之中部置織絲網一張,網之上下面是否均有火焰?於是將火焰吹熄之(或先閉熄,再啓燈鍵),即速在網之上,引火復燃。火焰是否僅在網之上?將焰再吹熄之,即速在網之下,引火使燃。結果?在網上亦引火燃之。結果?解釋此種現象。問鑪中用之安全燈,何以稱為“安全”?何故鼓氣入炭爐而火益猛,若吹氣向焰而火反熄?問酒精燈與酒精噴燈焰之構造與燭焰相同否?

焰色試驗: 準備: 將玻棒一端置酒精噴燈焰中,熱之使熔。取長約 4—5 cm 鉑絲一條;乘棒端尚赤熱柔軟時,將鉑絲插入約 4—5mm 深。俟冷卻後,鉑絲已封入



玻璃棒中。將鉑絲他端彎成一小圈，乃置入噴燈之無光焰中燒之，至鉑絲在焰中不呈顏色為止。

(1) 以純鹽酸潤濕鉑絲，乃蘸取氯化銦粉末少許，而置於火焰下部之外層。問火

焰即呈何色？將鉑絲用濃鹽酸洗淨之，再燒至不呈顏色，乃再以純鹽酸潤濕之，而蘸取氯化銦粉末，以察其在焰中所呈之色。次第如前法，試驗氯化鈣與氯化鋇。結果？

(2) 一如前法，以察氯化鈉在焰中所呈之色。次取藍

結果

物名	分子式	焰色	
物名	分子式	焰色	焰色(隔鉛玻璃片)
未知物?	?	?	?

色鈷玻片三方，併疊在一起，乃隔玻片以觀氯化鈉所呈之顏色，又屬如何？以氯化鉀代氯化鈉，而重驗之。結果？設將鉀與鈉之化合物混和後，用焰色試驗，將以何法檢驗之？

- (3) 取一未知物，依前法以檢查其成分中含有何種金屬。

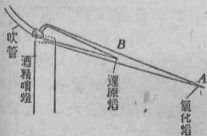
試驗三十八 火焰與吹管試驗

宗旨：如何利用吹管？

儀器：吹管；蠟燭；小刀；酒精噴燈。

藥品：黃鐵礦一小塊；錫粒；硝酸鉛晶；無水碳酸鈉；木炭塊
($8 \times 3 \times 2$ cm)

火焰：氧化焰與還原焰



外層火焰與空氣直接接觸，氧化最盛，故將物質置A點(左圖)而燃燒之，即被氧化。將吹管尖嘴置於酒精燈(或酒精噴燈)火焰下部之中心，用力吹氣，

使火焰斜彎，其焰之最外層即謂之氧化焰。

若將吹管尖嘴置於火焰下部之外，而吹氣稍緩，則焰之中層(如B點)因含灼熱之小炭粒子甚多，故物質如氧

化物等，置此燒之，鮮有不被還原者。

普通的酒精噴燈(或本生燈)因其焰長，使用較為便利；但用時先稍旋短火焰至 3—4cm 長，則外焰如 A 即氧化焰，內焰如 B 即還原焰。吹管試驗用本生燈焰最為滿意，但煤氣裝置國內學校多不普及，故本生燈亦無法使用。本書各試驗均以酒精噴燈代之。然酒精火焰內少含游離之碳粒子，故為簡便計，還原焰不如用燭焰較佳，而氧化焰則用普通酒精燈可也。

吹管試驗

- (1) 將木炭塊用小刀挖成一穴，穴中置黃鐵礦一小粒，以吹管鼓焰燒之。有何臭味之氣體發生？俟作用既畢，

取出穴中之物。此係何物？試以磁鐵吸之。(?)由此可知黃鐵礦之成分為何？



- (2) 置錫一小粒於木炭塊之小穴中。用氧化焰燒之，不久，錫有何種變化？俟作用既畢，再以燭焰之還原焰燒之。穴中之物又變何物？

- (3) 將硝酸鉛晶一粒研碎後，與二倍量之無水碳酸鈉混和。將此混和物置炭塊穴中，用燭之還原焰燒之。不久，是否有鉛珠發見？何故？待作用既畢，以酒精燈

之氧化焰燒之。結果？

碳 之 氧 化 物

試驗三十九 二氧化碳

試驗四十 一氧化碳



試驗三十九 二氧化碳

儀器：氣體發生瓶；導管；漏斗管；廣口瓶；玻片；試管；玻管；天平；玻杯；尖嘴玻璃管；橡皮管；錶面皿。

藥品：木片；蠟燭；稀硫酸；碳酸氫鈉；石灰水；大理石；鹽酸；藍色石蕊紙；氫氧化鈉液；鎂帶。

- 方法：**
- (1) 置少許澄清之石灰水於錶面皿內，曝於空氣中。俟其他試驗畢時，視察有何變化？
 - (2) 動物呼出之氣亦含二氧化碳，以石灰水試驗之。(?)
 - (3) 取蠟燭一段插於燃燒匙內，燃着，持入一廣口瓶中，待氧被用盡，不能復燃時，取出。加入少許澄清之石灰水，振盪之。結果？
 - (4) 試管中加入約 10 cc. 碳酸氫鈉之飽和溶液，復加少許稀硫酸(或稀鹽酸)。是否即有氣泡發生？將玻璃管一端蘸澄清石灰水一蘸，急將此滴石灰水持入管中(如



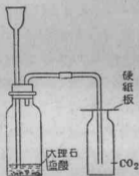
圖) 驗之。(?) (凡各種碳酸鹽加鹽酸或硫酸，均發生二氧化碳。此即碳酸鹽之檢驗法。)

(5) 普通實驗室製法:

配置儀器如下圖，加入40—50g大理石(研碎最佳)於發生瓶中。由漏斗管注入清水，使漏斗管脚在水面之下，乃再緩緩加入鹽酸，每次注入少

許。反應式? 大理石之成分是甚麼? 爲何加酸即生二氧化碳?

欲驗收集瓶內是否已充滿二氧化碳，可用燃着木片持近瓶口，若木片之火即熄，即係業已裝滿之證。



依此法，收集二氧化碳約五、六瓶後，乃將導管下端插入約50 cc. 水中，使其吸收至飽和爲止。此二氧化碳之

溶液即是碳酸。

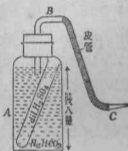
性質: (a) 取所製碳酸試嘗其味。次以藍色石蕊紙驗之。(?) 加入少許石灰水。結果?

(b) 再取少許碳酸，置於試管中，煮沸之。復以藍石蕊紙驗之。(?) 復加入少許石灰水。(?) 問二氧化碳由水中是否因熱而全被驅盡?

- (c) 取 30 cc. 澄清石灰水，置於試管中，通入二氧化碳。結果？通入許久，是否渾濁之石灰水又變澄清？何故？取此澄清石灰水，分為二份，將其一份煮沸之。是否石灰水又變渾濁？何故？將另一份再加入石灰水，是否亦變為渾濁？何故？
- (d) 試述二氧化碳之物理性質。有色否？臭味？能溶於水否？
- (e) 將一空玻璃杯置於天平盤上，加砝碼權衡之。當天平橫梁表示平衡時，將一瓶二氧化碳注入於此空杯中，觀察天平有何變化？何故？
- (f) 將盛二氧化碳之玻璃瓶，倒覆於一空瓶上，當兩口恰合時，抽去中間之玻璃片。十分鐘後，將此底下之瓶倒置於一燃著之燭焰上。蠟燭是否仍能燃燒？
- (g) 木片能在二氧化碳內燃燒否？何故？
- (h) 注入清水少許於二氧化碳之瓶中，急蓋玻璃片，振搖之。後將玻璃瓶倒置，玻璃片是否不易落下。何故？試以藍石蕊紙驗此瓶內之水。(?)
- (i) 鎂係化合性強烈之金屬。試取鎂帶一條燃著，急送入二氧化碳中。結果？反應式？
- (j) 注入少許氫氧化鈉液於二氧化碳之瓶中。急蓋玻璃瓶，振搖之。倒置玻璃瓶，玻璃片是否不能落下。何故？反應式？將此瓶內之溶液傾於蒸發皿中，蒸發至乾，皿中

留下何物？

* (k) 滅火機原理之實驗：配置儀器如左圖，廣口瓶中幾滿盛碳酸氫鈉 (NaHCO_3) 之飽和溶液，瓶中又置一短小試管，管內滿裝稀硫酸 (1 酸, 10 水)。瓶口配以單孔橡皮塞。孔內插入玻管，一如圖中所示。在石板上 (或不易燃着之處) 放木片、紙屑等，堆積一起後，引火使燃。於是將所製滅火瓶，一手執尖嘴管向火，以另一手掌緊握瓶頸與瓶塞，乃將玻璃瓶倒轉，於是硫酸與碳酸氫鈉混和後，即生出二氧化碳，氣壓激增，使水自尖嘴管不絕噴出，射向火堆，火即熄滅。二氧化碳發生過盛時，壓力之大能使瓶塞飛出，故一手須緊握瓶頸與瓶塞，以防萬一。試寫出其作用之反應式。



試寫出其作用之反應式。

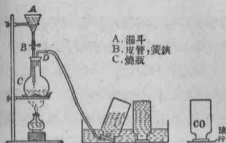
* 試驗四十 一氧化碳

儀器：鐵圈架；酒精燈；漏斗；簧鉗；橡皮管；玻管；水槽；廣口瓶。

藥品：濃硫酸；蟻酸 (Formic acid)；澄清石灰水；黑色氧化銅。

製法：(一氧化碳係無臭之毒氣，常在不知不覺中受其毒害，故實驗應謹慎為之，勿使少許氣體逸出!!)

照下圖裝置，A 係漏斗，C 係 250 cc. 燒瓶，瓶口配以雙孔橡皮塞，一孔插入導管 D，另一孔中插入短玻管。此

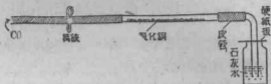


短玻璃管用一橡皮管使與漏斗連接。橡皮管外夾一簧鈎。其他裝置一如圖中所示。配置既妥後，乃開燒瓶之塞，注入約25—30 cc.濃硫酸。再塞好，使全體無少許漏氣

後，乃夾住管外之簧鈎，而以蟻酸（比重1.2或50%）加滿漏斗。同時將四只廣口瓶注滿清水後，倒置於水槽內，先以一瓶將導管之端塞入其口，以備集氣。於是乃稍啓簧鈎，使蟻酸徐徐滴入，每次約滴入八、九滴，即閉簧鈎。在試驗中漏斗內應常滿蟻酸，不使空虛。何故？

蟻酸與濃硫酸相觸，即發生一氧化碳。如作用遲緩，可用小焰微熱之。不時加入數滴蟻酸，但毋使作用過劇為要。依此法，收集一氧化碳三、四瓶後，乃將導管之橡皮管用另一簧鈎夾住。再取一玻璃管，管中置入約1g氧化銅，乃將此管一端與導管之橡皮管接合，他端則裝置如下圖。手續既竣，乃復加入數滴蟻酸，一方面則啓導管外之另一簧鈎，使一氧化碳由瓶中發出而與加熱之氧化銅起化學作用，惟此試驗務使一氧化碳發生極緩為妥。

性質：



- (1) 一氧化碳徐徐發生後，氧化銅與石灰水漸漸有何變化？俟作用完畢後，氧化銅中發見何物？作用之反應式？
- (2) 問第一瓶所收之一氧化碳，何以不純粹？一氧化碳能溶於水否？此氣較空氣為重否？故瓶口密蓋玻片後，應如何置法？一氧化碳有顏色否？
- (3) 注入少許石灰水於一氧化碳中，急蓋玻片，振盪之。結果？
- (4) 倒置充有一氧化碳之瓶，移去玻片，急以燃着之燭插入玻中。問一氧化碳是否燃燒？焰色？若將燃燭持入瓶之中心，燭仍燃燒否？將燭徐徐向瓶口取出，燭是否復燃？問一氧化碳係能自燃之氣體抑係助燃之氣體？
- (5) 將一瓶一氧化碳啓蓋，以燃着之木片持近瓶口，使瓶內之氣燃燒，至一氧化碳全被氧化為止。急蓋玻片，注入少許石灰水，振搖之。結果？反應式？

製一氧化碳若用草酸以代蟻酸，同時亦生二氧化碳。問此二氧化碳可用何法分離之？硫酸在一氧化碳之製法內，係利用其何種性質？

試驗四十一 碳酸鈉與水解作用

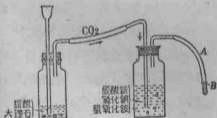
宗旨：本試驗宗旨，在使學者明瞭(a)蘇爾偉之碳酸鈉製法，(b)水解作用(Hydrolysis)。

儀器：燒瓶，配以雙孔塞；導管；玻管；橡皮管；玻棒；試管；鐵圈架；二氧化碳發生裝置及藥品。

藥品：石灰水；藍、紅二種石蕊紙；食鹽；氫氧化鈉液；碳酸鈉；硫酸銅；氯化鐵；硫酸鋅；硫酸鋁。

製法：(蘇爾偉法)*碳酸鈉：

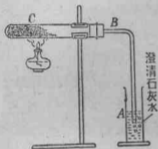
1. 取一燒瓶，置75 cc. 氫氧化鈉液，以25 cc. 水稀釋後，加25 g 碳酸鈉粉末，振盪之，使完全溶解。
2. 於上液中，加入過量之純潔氯化鈉細粉後，極力攪拌之，使飽和溶解。
3. 將未溶之氯化鈉濾去，濾液置於一廣口瓶中，此瓶與其他儀器之裝置如左圖。



他儀器之裝置如左圖。此中 A 係橡皮管，管之末端塞玻棒 B 一小段，如此裝置，所以免氣體之耗費也。

4. 將二氧化碳通入碳酸鈉及氯化鈉之混合液中，約一、二小時，至完全飽和為止。

5. 既已飽和，則此瓶可與二氧化碳之發生瓶卸除連接。其橡皮管之末端，亦以玻棒一小段封閉之。此瓶塞之二孔既均封閉，乃靜置過夜。
6. 次日，濾出沈澱，並於數張濾紙間擠乾之。此係何物？以上作用之反應式？
7. 將上得固體置於一乾潔試管中，裝置如左圖，加熱。問



A. 玻璃或試管
B. 導管
C. 硬質試管

放出之氣體及蒸氣爲何物？
反應式？石灰水有何變化否？
何故？反應式？問硬質試管C
中現變爲何物？
(注意！先將導管卸除，後撤
火焰。何故？)

8. 以上C中所得即係無水碳酸鈉。若欲得碳酸鈉之結晶體，

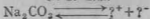
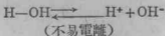
應用何法？試詳述之，並加以試驗。

水解作用

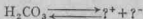
參考！先明題旨，後作實驗。何謂水解？

方法：(a) 將上節所製之碳酸鈉少許溶於約15—20 cc. 水中，振搖之。俟全溶後，以紅、藍兩種石蕊紙驗之。結果？

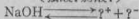
水之游子化式：



何謂強酸?何謂弱酸?何謂強鹽基類?何謂弱鹽基類?



(強酸?弱酸?)



(強鹽基類?弱鹽基類?)

由此可知碳酸鈉之水溶液對於紅、藍石蕊紙之變化，有何不同之處?

(b) 以下列化合物各製溶液少許:

(1) 硫酸銅 (2) 氯化鐵

(3) 硫酸鋅 (4) 硫酸鋁

各以紅、藍二色石蕊紙驗之。結果? 解釋其結果之原因。

如用氯化鈉或硝酸鉀之溶液，以紅、藍色石蕊紙驗之，當有何種結果? 試就理論而預先推測之，後乃證以實驗。

試驗四十二 硝酸鉀製法

宗旨: 在使學者明瞭利用不同之溶度能使某種本為可逆的作用而成為完全之作用。

儀器: 酒精燈; 燒杯; 玻璃棒; 漏斗; 漏斗架。

藥品: 25 g 硝酸鈉; 22 g 氯化鉀; 濾紙。

製法: (1) 溶 25g 硝酸鈉與 22g 氯化鉀於 50 cc. 水中，以玻璃棒攪拌之，使完全溶解。

- (2) 加熱，蒸發至約 20—25 cc. 時，急濾過之。將濾液靜置一旁，使其冷卻。

	(1)	(2)	(3)	(4)
	硝酸鈉 + 氯化鉀 → 硝酸鉀 + 氯化鈉			
	(試用分子式寫成此反應。)			
	此四物之溶度：——			
		15°C.	100°C.	
硝酸鈉	.....	84g	180g	(於 100cc. 水)
氯化鉀	.....	33g	57g	(於 100cc. 水)
硝酸鉀	.....	26g	247g	(於 100cc. 水)
氯化鈉	.....	36g	40g	(於 100cc. 水)

由上表可見濾紙上所得之沈澱係何物？試以放大鏡驗其結晶形。(?)嘗其味。(?)何以須先煮沸之而後過濾？何以須煮沸至原容積之半，乃得多量沈澱？此沈澱中或許混有何物？何以知之？

- (3) 俟濾液冷卻後，察其有沈澱否？此沈澱又係何物？由何而知？過濾於另一濾紙上。視察此時濾紙上之結晶，以放大鏡驗之。見有他物混和在一起否？有食鹽之結晶體否？何故？

將濾紙上之固體溶於極少量熱水中，俟其冷卻後，重復過濾。如此重復試驗，至濾紙上之固體不再混有氯化鈉乃止。

問題：(a) 硝酸鈉與硝酸鉀可如何分辨？

- (b) 鈉鹽與鉀鹽性質類似，何以製火藥定須硝酸鉀？製氧氣何以常用氯酸鉀？
- (c) 硝酸鹽類加熱，有何種反應？
- (d) 試舉硝酸鉀之功用。

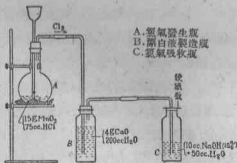
試驗四十三 棉布之漂白

宗旨：使學者明瞭漂白液(或漂白粉)之製法及漂白之手續。

儀器：鐵圈架；酒精燈；廣口瓶；漏斗管；燒瓶；導管；玻璃管；磁乳鉢與杵；100 cc.量筒；燒杯；玻璃棒。

藥品：15g 二氧化錳；75 cc. 鹽酸；未漂白之棉布(國產白粗布)；氫氧化鈉液(16g 於 1000 cc.)；硫代硫酸鈉液(2g 於 500 cc.)；稀硫酸(30 cc. 於 500 cc. 水)；碘化鈉澱粉漿糊(製法：少許澱粉以少量之水調和後，乃再以 50 cc. 沸水稀釋之，加入時須緩緩進行而以玻璃棒攪拌。澱粉糊既成，乃取 5 cc. 碘化鈉之稀溶液加入其中，亦以玻璃棒攪至混和)。

方法：



- (1) 配置儀器如上圖。由A通入氯氣於B中，約五、六分鐘後，即成有用之漂液。反應式？問如何製漂液粉？
- (2) 脫脂去垢：將欲漂白之棉布一小塊，浸於100 cc. 氫氧化鈉之稀液中，煮沸約十分鐘，時以玻璃棒攪動之。問為何須先用氫氧化鈉煮棉布？此手續對於漂白有何功用？取出棉布，用自來水沖洗，使不留少許鹼質乃止。
- (3) 將棉布浸入所製之60—70 cc. 之澄清漂液中，以玻璃棒用力攪拌，約五分鐘後，乃靜置約五分鐘。
- (4) 由漂液中取出棉布，直接浸入50 cc. 稀硫酸中，亦以玻璃棒攪拌約五分鐘。問此中發生何種化學作用？試詳述之。
- (5) 由稀硫酸中取出棉布，以自來水沖洗，至極淨。
- (6) 剩餘之氯有損布質，故必須檢查棉布中是否有過分氯素存留其間。此手續甚為重要。法置少許碘化鈉澱粉糊於已漂白之棉布上，如見發生藍色，即為有氯之證。何故？解釋之。反應式？

如發見有氯，則將棉布浸於50 cc. 硫代硫酸鈉液中，以玻璃棒攪拌片時後，取出洗淨，再以碘化鈉澱粉糊驗之。如是反覆查驗，至布中不復有氯為止。此作用可由下反應式解明之：



試驗四十四 硬水與其提淨法

儀器：二氧化碳發生器；試管；玻棒；小漏斗；酒精燈；玻管（一端尖嘴）。

藥品：大理石；稀鹽酸（1酸，4水）；硫酸鈣；硫酸鎂；澄清石灰水；澄清肥皂液；蒸溜水（或雨水）；碳酸鈉液；濾紙。

方法：A. 軟水與硬水之區別：

(a) 置蒸溜水於試管中，加入一、二滴皂液，振搖之。有肥皂泡否？皂泡持久否？

(b) 置20 cc. 水於試管，加入少許硫酸鎂，以指按管口而振盪後，乃加久一、二滴皂液，振搖之，生肥皂泡否？繼續加入皂液，至發生肥皂泡為止。何以肥皂在硬水中較軟水中為貴？

B. 硬水——

1. 暫時硬性·····	除淨法
2. 永久硬性·····	除淨法

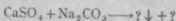
(1) 置 20—30 cc. 澄清石灰水於試管，通入二氧化碳。是否生白色沈澱？繼續通入二氧化碳，沈澱是否消失？反應式？（此種即係暫時硬水。）

提淨法：取上製之暫時硬水，試加一、二滴皂水。生皂泡否？另取上述硬水少許於另一試管中，煮沸之。此時發生何種作用？過濾，將濾液以一、二滴皂液驗之。是否即生皂泡？水鍋壁上常附有白層

或曰罐石，此係何故？試解釋之。再取少許暫時硬水於試管中，復加入等量之石灰水。結果？是否亦生沈澱？過濾，以皂液一、二滴加入於此濾液中，是否即生皂泡？此中有何化學反應？試解釋之。

- (2) 置 20—30 cc. 水於試管中，加入少許硫酸鈣，以指按管口，振盪之。過濾後，分為二份。（此係永久硬性，雖煮沸亦不能除淨之。）

於一份中加皂液，是否不易生皂泡？繼續加入，至發生皂泡為止。取另一份永久硬水，用尖嘴玻璃管加入一滴碳酸鈉液，是否生白色沈澱？此係何物？振搖後，又加入碳酸鈉液一滴。如是繼續加入，至不復生沈澱乃止。過濾，以皂液驗其濾液。是否此時易生皂泡？



- (3) 於暫時硬水中復加入少許(a)硫酸鈣，及(b)硫酸鎂，振盪後，過濾。（此濾液即代表普通之硬水。）問此種複式硬水應如何提淨之？

取所製硬水，滴加石灰水，至最後一滴石灰水不復生沈澱乃止。過濾，如前法將碳酸鈉液滴入濾液中，至不復有沈澱為止。過濾，以皂液驗其濾液。是否硬性已除？

將所有之化學反應式均寫出。是否硫酸鎂亦

有沸水之試管外面，而使其自乾。顏色是否改變？以玻棒蘸少許氫氧化鉍液，觸薑黃試紙。又有變化否？（此係硼酸之檢驗法。）試以稀鹽酸觸用過之薑黃試紙，尚能使其顏色復原否？

B. 硼砂之試驗（硼酸鹽）

- (1) 將餘剩之硼酸結晶體以氫氧化鈉冷液處理之。結果？問變成何物？
- (2) 溶解 1g 硼砂於少許水中，以石蕊紙驗之。（？）置此硼砂液二滴於一試管中，以水稀釋至管之三分之二容積，微熱後，加入硝酸銀液。（？）乃於餘剩之硼砂液中（即未稀釋者），亦加入硝酸銀液。（？）試加硝酸銀於同等稀薄之氫氧化鈉液中。（？）由此可見，硼砂之水溶液顯呈何性？此種分解與加水有關，前已在何處試驗過？
- (3) 置少許硼砂於酒精中，置於蒸發皿而燃着之。焰作何色？試與上節試驗硼酸之結果比較之。
- (4) 於硼砂液中加入稀鹽酸，使呈酸性，乃以薑黃試紙之硼酸檢驗法試驗之。結果？
（此係硼砂之檢驗法）

試驗四十六 硼砂珠之試驗

儀器：鉑絲玻棒（即鉑絲插入玻棒之端者）；酒精噴燈（或酒精燈）；三角銼；吹管。

藥品：硼砂粉末(研碎)；硝酸鈷；二氧化錳；氧化銅；氯化鐵；硫酸鎳；鉻明礬。

方法：(a) 將鉑絲彎成J形後，入焰中灼熱之。取出，即蘸取少許硼砂粉，再入焰中燒之。硼砂因熱而失去其結晶水，當膨脹起泡，終乃燒成一透明之硼砂珠。

(b) 將灼熱之硼砂珠，略觸少許硝酸鈷之粉末後，再持入氧化焰中燒之。視察珠之顏色有何變化？冷卻後，珠之顏色如何？凡各種鈷化合物，其結果是否與此均同？〔倘珠不透明或顏色不鮮明時，係因蘸取鈷化合物太多，應重試。〕

除去硼砂珠法，即將珠入焰熱之使熔融後，以指彈之，即去。再作二新鮮硼砂珠，再彈去之。如是再以純鹽酸洗之，在焰中再燒至鉑絲不呈黃色時，即可續用。

(c) 重作一硼砂珠於鉑絲之端，乘未冷卻前，即觸二氧化錳粉末少許，再入焰中，視察珠之顏色。結果？每次試驗，須彈去舊珠，重作一次。

(d) 依同樣方法，視察：

● 氧化銅	} 各於硼砂珠中所生之顏色。
氯化鐵	
硫酸鎳	
鉻明礬	

(e) 將以上結果均列入下表：

結 果

所 取 之 物	該物所含之金屬	物 之 分 子 式	珠 之 顏 色

*試驗四十七 硝酸鈷之試驗

儀器：吹管；酒精燈；小刀。

藥品：燒石膏粉末；硫酸鋅；明礬；硫酸鎂；硝酸鈷。

方法：將燒石膏粉末調水成厚糊後，待其尚未凝固前，用小刀切成適當形狀，然後使其乾固。

(a) 用小刀在石膏條上挖一小穴，穴中置鋅之任何化合物（硫酸鋅）少許，用吹管鼓焰燒灼之。待固體冷後，以一、二滴硝酸鈷潤濕之，然後再以吹管鼓焰燒之。待其再冷，察石膏條上變成何色？

(b) 石膏條上另挖一小穴，穴內置任何鋁之化合物（明礬），一如前法，重復試驗。石膏穴中此時變成何色？

(c) 用同樣方法，在另一石膏條上之新穴以驗硫酸鎂。石膏

穴中此時變成何色？

(d) 取一未知物，試驗其成分，究竟含有鋁，鎂或鋅否？

結 果

所 取 之 物	燒 後 固 體 顏 色	加 硝 酸 鈷 燒 後 顏 色
未 知 物 (?)		

試驗四十八 未物知之檢查

儀器：鉑絲玻棒；木炭條；石膏條；吹管；酒精燈；試管；鈷玻片（藍色）。

藥品：硼砂；硝酸鈷；硝酸銀；氯化鋇；硫酸亞鐵；稀鹽酸；稀硝酸；濃硫酸。

方法：取一未知物，每次用少許作試驗。

(a) 先檢其含有何種金屬元素：藉焰色試驗，硝酸鈷試驗及硼砂珠試驗。

(b) 取少許未知物溶於水，過濾之。乃取少許濾液檢查：

1. 氯化物(?)

2. 硝酸鹽(?)

3. 硫酸鹽(?)

(c) 檢其是否為碳酸鹽?何法?

檢其是否為硫化物?(吹管試驗亦可用。)以何法驗其是否鉍鹽?

試 驗	結 果
!	!
∴未知物中合何物? !	

鐵

試驗四十九 再論氧化與還原

試驗五十 青色寫真法

~~~~~

試驗四十九 再論氧化與還原

儀器: 試管;酒精燈;試管夾;尖嘴玻璃管。

藥品: 硫酸亞鐵液(新製成);氯化鐵液;亞鐵氰化鉀;鐵氰化鉀;

稀鹽酸(1酸,4水);細鐵絲;稀硫酸(1酸,6水);二氧化二  
 氫;高錳酸鉀液。

### 方法: A. 鐵鹽與亞鐵鹽之鑑別

- (a) 加數滴亞鐵氰化鉀液於5 cc. 硫酸亞鐵液中(此液須新  
 製,取結晶一粒,先用水洗去外層雜質,棄去之,而將其  
 溶於5 cc. 水中)。結果?加數滴亞鐵氰化鉀液於5 cc. 氯  
 化鐵液中(鐵鹽)。結果與反應式?問亞鐵氰化鉀可用以  
 鑑別鐵鹽與亞鐵鹽否?
- (b) 加數滴鐵氰化鉀液於5 cc. 硫酸亞鐵液中。結果?反應  
 式?再加數滴鐵氰化鉀液於5 cc. 氯化鐵液中。結果?是  
 否有沈澱生成?問鐵氰化鉀可用以鑑別鐵鹽與亞鐵鹽  
 否?

| 鐵 鹽               | $K_4Fe(CN)_6$ | $K_3Fe(CN)_6$ |
|-------------------|---------------|---------------|
| $Fe^{++} + SO_4$  |               |               |
| $Fe^{+++} + Cl_3$ |               |               |

凡將金屬元素自高原子價之化合物變為低原子價之化合  
 物,此種作用亦曰還原;反之,即為氧化。

### B. 鐵鹽之還原

置10 cc. 氯化鐵液於試管中,復加入光潔之細鐵絲  
 一團,及稀鹽酸3 cc. (1酸,4水)。塞一單孔木塞於管口,  
 塞孔插入一尖嘴玻管如下圖。微熱之。作用? 稀鹽酸與

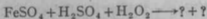
鐵絲發生何物？此發生之物對於氯化鐵有何影響？反應式？時時自試管中注出液體少許於另一試管中，再加入數滴亞鐵氰化鉀液以驗之。(?)



繼續加熱，至作用完全為止。此時管內之氯化鐵已變為何物？何以知之？

### C. 亞鐵鹽之氧化

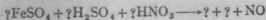
- (1) 加入 1 cc. 稀硫酸(1:6)與 2 cc. 二氧化氫液於 5 cc. 新製之硫酸亞鐵液中。



試驗此混合液是否已氧化。(?)

- (2) 於 2 cc. 高錳酸鉀液中，加約 4—5 cc. 稀鹽酸。將此混合之氧化劑滴加於 5 cc. 硫酸亞鐵液中，至全體呈紫紅色時乃止。此處之作用使硫酸亞鐵變為何物？(硫酸亞鐵液亦可用。)

- (3) 置少許硝酸於硫酸亞鐵及稀硫酸之混合液中，煮沸之。驗其尚含亞鐵鹽抑鐵鹽。結果？



由此觀之，氧化與還原可另作何種解釋？

### 試驗五十 青色寫真法

**儀器：**2搪瓷面盆(或其他器具); 試管; 量筒。

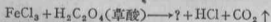
**藥品：**檸檬酸銨鐵(100 g 於1000 cc. 水); 氯化鐵(4g 於100cc. 水); 鐵氰化鉀液(10%); 草酸(50 g 於1000 cc. 水); 無光紙二張。

### 方法：A. 感光紙之製法

置檸檬酸銨鐵液於平坦之搪瓷盆內，此試驗須在暗室中行之。將所備之紙以指執其一角，置於液面上，橫拖取出，則一面均沾有檸檬酸銨鐵液，而另一面則仍乾燥。將此紙在暗室中陰乾之。(同此方法，製備感光紙二張。)

### B. 青色寫真原理之研究

在暗室中，取 3 cc. 氯化鐵液與 3 cc. 草酸液相和後，將此混合液分為二份。一份仍置於暗室中，一份則移置於日光下約數分鐘。於是兩份各加少許鐵氰化鉀液。問何者發生變化？何故？



鐵氰化鉀係與何物起反應而生青色？

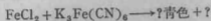
### C. 青色寫真之完成

由此可見青色寫真法，須先使鐵鹽受還原劑之作用，而成為亞鐵鹽後，再加入鐵氰化鉀而生青色，反應式？且此種作用，係受光感而起。

青色寫真法之感光紙，所以用檸檬酸銨鐵液者，蓋此鹽

之成分中既含鐵鹽，亦含還原劑也。

將陰乾之感光紙面上蓋一不透明之物（如用不易透光之紙，剪成挖孔之字畫等），取出曝於日光中約十分鐘後，即將感光紙之受光面浸入鐵氰化鉀液中。（受光面向下，何故？）結果？何以鐵氰化鉀在此處可以稱為顯影藥水？將下列反應式完成之：



取出感光紙，於流動之自來水中沖洗。何故？將所得之樣品黏於報告冊上，以作報告。

\*若將檸檬酸銨鐵液與等量之鐵氰化鉀液在暗室中混和後，塗其液於紙上，乃在暗室中陰乾之。此感光紙上覆以照相乾片，乃取出於日光下曬之，使呈藍色。再將此紙先投入稀鹽酸中洗之，再以清水沖洗，亦顯美麗之圖畫。此法手續稍異而原理仍相同。

## 鋁

試驗五十一 礬類及其他複鹽

試驗五十二 氫氧化鋁

●●●●●●●●●●●●●●

試驗五十一 礬類及其他複鹽

儀器：燒瓶；250 cc. 燒杯；100 cc. 燒杯；玻璃棒；漏斗；酒精燈；量

筒；濾紙。

**A. 鉀礬(普通明礬)  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$**

藥品：硫酸鉀；硫酸鋁。

製法： $K_2SO_4 + Al_2(SO_4)_3 + 24H_2O \rightarrow 2(KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O)$

若用 15g 硫酸鋁晶  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ ，問需幾何硫酸鉀，以製明礬？

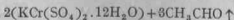
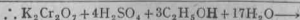
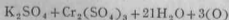
將計算所得之硫酸鉀量權出後，溶於 40 cc. 熱水中，又將 15g 硫酸鋁晶亦溶於 40 cc. 熱水中。將兩種溶液混和後，靜置一旁，待其自起結晶。視察結晶之形狀。(?)

(注意：明礬之公式為  $[M'_2SO_4 \cdot M''_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O]$ ， $M'$  係單原子價之任何金屬； $M''$  係三原子價之任何金屬。明礬概為八面形之美麗結晶體。)

**B. 鉻礬  $KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$**

藥品：重鉻酸鉀；純濃硫酸；酒精( $C_2H_5OH$ )；食鹽；冰塊。

製法： $K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 + 17H_2O \rightarrow$



將 15g 重鉻酸鉀溶於 30 cc. 水中，微溫之以助其溶解。將盛此液之燒杯埋於冰塊與食鹽之冷劑中。取 15 cc. 純濃硫酸，逐漸加入，使溫度保持於  $50^\circ C$  之下。然後取

15 cc. 純酒精徐徐注入，時以玻棒攪之，須逐滴注入，毋使溫度上升，尤為至要。視察液體之顏色有何變化？何故？將溶液靜置一旁，使其自起結晶。問結晶為何色？何狀？

### C. 鉍礬 $(\text{NH}_4)\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

藥品：硫酸鋁晶；氫氧化鈣(比重0.90)；硫酸(1酸, 10水)；濾紙；紅、藍石蕊紙。

製法：溶 15g 硫酸鋁晶於 40 cc. 水中。另加 45 cc. 氫氧化鈣於 15 cc. 水中，然後再以稀硫酸中和之。中和後，將溶液以水稀釋至 40 cc.

於是將二液混和(如不潔則過濾之)，蒸發至原容積之半時，乃靜置一旁，使自起結晶。鉍礬之結晶為何色？何狀？此試驗之化學作用？(E)

### D. 鐵礬 $(\text{NH}_4)\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

藥品：氫氧化鈣；鐵絲；稀硫酸(1:10)；純濃硝酸；紅、藍色石蕊紙。

製法：溶清潔細鐵絲一條於 50 cc. 稀硫酸中。反應式？如有餘剩固體，則過濾之。加入 25 cc. 稀硫酸後，再加 1 cc. 濃硝酸，煮沸之。有何氣體發生？何種顏色？蓋此中之硫酸亞鐵已氧化為硫酸鐵  $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3]$  矣。反應式？

另取 50 cc. 稀硫酸於另一玻杯中，以氫氧化鈣液中和之。(E) 將此硫酸鈣液注於上述之硫酸鐵液中。蒸發此混和溶液至原容積之三分之一時，乃靜置一旁，使其自起結



晶。結晶之色？形狀？化學作用？(E)

### E. 硫酸亞鐵銨 $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

硫酸亞鐵易氧化，故此物久置鮮有純潔者，然硫酸亞鐵銨則甚為穩定。製就硫酸亞鐵銨時，可令學生在數層濾紙間將所得結晶體之水分吸乾後，妥為保藏，以備他日之用。

藥品：細鐵絲；濃硫酸；稀硫酸 (1:10)；氫氧化銨；紅、藍色石蕊紙。

製法：取 50 cc. 稀硫酸，溶光潔鐵絲一條於其中。(E) 將不潔之物濾去後，置濾液於一旁，另取 50 cc. 稀硫酸，以氫氧化銨中和之。(E) 將此硫酸銨液傾於上述之硫酸亞鐵液中。蒸發混和溶液至原容積之三分之一時，乃再加入數滴濃硫酸，靜置之，使自起結晶。結晶之色？形狀？化學作用？(E)

### F. 羅息爾鹽 (Rochelle Salt) $\text{NaK}(\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

此鹽產於法國羅息爾，可作和平之瀉藥，又用於製汽水及製麩包之發酵劑。

藥品：酒石酸 ( $\text{H}_2 \cdot \text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$ )；稀氫氧化鈉液 (1:10)；稀氫氧化鉀液 (1:10)；酚酞紙。

製法：溶 5g 酒石酸於 10 cc. 水中，以稀氫氧化鈉液適中和之。(E) 另取 5g 酒石酸亦溶於 10 cc. 水中，乃以稀氫氧化鉀液適中和之。(E)

將二液混和，蒸發至原容積之四分之一時，乃靜置一

旁，使其自起結晶。結晶之色？形狀？作用？(E) 將結晶置兩張濾紙間，擠乾其水分。



(以上各種結晶，均可用濾紙擠乾其水分，乃用放大鏡察其形狀，並繪圖於報告本上。)

## 試驗五十二 氫氧化鋁

儀器：試管；玻筒；玻棒；廣口瓶；燒杯；蒸發皿；酒精燈；鐵圈架。

藥品：1g 鋁；鹽酸；氫氧化銨液；氫氧化鈉液；硫酸鋁液（20g 於 1 升水）；澄清石灰水；碳酸鈉；20% 茜草液汁 (Alizarine)；蘇木液；棉布二方。

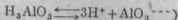
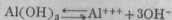
方法：
 

- A. 氫氧化鋁之製法
- B. 氫氧化鋁之功用(其一)
- C. 氫氧化鋁之功用(其二)

### A. 製法與性質

- (1) 置 1g 鋁於試管中，加入 5 cc. 水後，乃逐滴加入鹽酸，至鋁全被溶化為止。(?) 反應式？如有剩餘固體，則過濾之。將濾液稀釋至 10 cc. 後，分為二份。於一份中加氫氧化銨至呈鹼性乃止。於另一份中，則逐滴加入氫氧化鈉液，至有沈澱發現乃止。(E) 將此管溶液再分為二份。一份加鹽酸，(?) 另一份則復加氫氧化鈉液，至沈澱重復溶化為止。(?) 由此可見，氫氧化鋁為酸類抑鹽基類？

(注意：氫氧化鋁可寫成兩種游子化式：——



- (2) 置約15 cc. 硫酸鋁稀液於試管中，加入兩倍此容積之澄清石灰水。結果？(E)有何種形狀之沈澱發生？

### B. 氫氧化鋁之功用(其一) ●

於玻筒中盛三分之二清水，加入少許細泥，用玻棒攪和之，使其渾濁。繼加入約15 cc. 硫酸鋁液，再以玻棒攪和之。次徐徐加入約30 cc. 石灰水，逐漸加入，不必以棒攪和，有何沈澱發生？(!) 時時察其變化，結果？問氫氧化鋁有何功用？於硬水中僅加硫酸鋁液，或明礬液，亦能生氫氧化鋁之沈澱。何故？

### C. 氫氧化鋁之功用(其二)

通常染料不能直接染植物性纖維，欲其着色，必須另加媒染劑。

- (1) 將棉布先在碳酸鈉稀液(1g 於 50 cc. 水)中煮約五、六分鐘後，乃取出在清水中洗淨，如是將污脂悉行除去。將此棉布分為二條。
- (2) 於廣口瓶中加入約十滴茜草液汁，復加入 2 cc. 氫氧化鋁液，再加 200 cc. 清水，用玻棒攪和之，終乃加入 10 cc. 硫酸鋁液。(E) 試察其變化。(?) 問有沈澱發生否？由此可見氫氧化鋁對於染料有何作用？茜草汁與氫氧化鋁

混和後，其顏色與茜草原汁有何差異？

- (3) 置 20 cc. 硫酸鋁液於燒杯中，煮沸之。將所備之棉布一條浸於其中，再煮沸數分鐘。取出棉布，用手擠去過量之硫酸鋁液後（不可入水中沖洗），復浸入 20 cc. 水中，此水曾加入 2—3 cc. 氫氧化銨液，加熱兩分鐘，乃再將棉布取出，以水沖洗一次後，復投入 20 cc. 水中，此水曾加入 1—2 cc. 茜草汁，煮沸之，時以玻棒攪拌，四、五分鐘後取出洗淨。問棉布已着色否？將所有之化學反應及其中原理均詳述於報告冊內。
- (4) 將另一條棉布以蘇木汁代茜草液用同樣方法染色。由此可見氫氧化鋁對於染色術上有何功用？

### 試驗五十三 銅與汞

儀器：試管；燒杯；酒精燈；三足架。

藥品：鐵釘；硫酸銅液（10%）；氫氧化鈉液（10g 於 100 cc. 水）；氫氧化銨液（比重 0.90）；10 cm 長銅絲；氯化銅晶；鹽酸；銅片。

#### A. 銅之試驗

方法：(a) 取光潔銅絲一條，蘸鹽酸後，持入酒精噴燈之外焰燒之。(?)

(b) 置清潔鐵釘一枚於硫酸銅液中。(?)

(c) 取銅片一方（或銅幣一枚），上塗石蠟後，俟冷，乃用

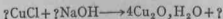
尖針刻字其上，次塗硝酸於刻字之處，數分鐘後，擦去石蠟，察其結果。(?)此作用之反應式?

- (d) 於試管中置5 cc. 硫酸銅液，加入約6 cc. 氫氧化鈉液。(?)是否有沈澱發生?此何物?(E) 煮沸之，是否變黑色之氧化銅?(E)
- (e) 於硫酸銅之稀液中，加入氫氧化銨一滴，是否發生沈澱? 再逐滴加入氫氧化銨液，至沈澱復溶為止。此時溶液之顏色與前有何不同否?(此銅鹽之特性也。)
- (f) 注意：一原子價之銅游子( $\text{Cu}^+$ )為無色，二原子價之銅游子( $\text{Cu}^{++}$ )則概為藍色。

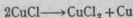
置約15 cc. 水於一小燒瓶中，次加入約2g 氯化銅，2—3 cc. 純濃鹽酸，及約5克之銅。將此混合物煮沸之，使氯化銅還原為——。(?)

繼續加熱，至燒瓶中之溶液取出以水稀釋時，不再呈藍色為止，是為作用完全之證。何故?

將所得之溶液分為二份。一份加入過量之氫氧化鈉溶液，是否有含水氧化亞銅沈澱發生?



於另一份溶液，加多量之水稀釋之，是否有白色之沈澱發生?此即氯化亞銅。將此生成之氯化亞銅再分為二份。一份加水少許，曝於日光中。結果?



於另一份之氯化亞銅中，加入濃鹽酸，振搖之，是否溶解？（此亦係銅之一特性，蓋氯化亞銅已成為極易游離之酸類， $H^+ \cdot (CuCl_2)^-$ ，此中 $CuCl_2^-$ 係一種複酸根。）

### B. 汞之試驗

儀器：小燒杯；試管。

藥品：汞；硝酸；銅幣一枚；氧化汞；硝酸亞汞溶液；鹽酸；錫；玻片。

方法：(a) (安全罩下行之。)置汞一小球於玻杯內，加適量之硝酸以溶化之。用 10 cc. 水稀釋後，置銅幣一枚於溶液中。數分鐘後，取出，用棉布拭乾，察其結果。(?)

(b) 置 0.2g 氧化汞於試管，以少量硝酸溶之。(E) 溶化後，以水稀釋至試管容積之四分之一。另取一試管，取等容積之硝酸亞汞液。

於上兩試管中，各加二、三滴鹽酸。結果？(E) 此二種汞之氯化物，其溶度有何不同？何以知之？

(c) 取錫 1 分，汞 4 分混合，稍加熱，乘其溫熔，載之於平板上，以極潔淨而微溫之玻片上覆，用重物壓之，毋使中間有空氣泡。至下次試驗時，玻片上是否已附着錫汞齊而成晶瑩之鏡？

(註：汞除鐵、鎳、鉑外，與多數金屬易成合金，統名之曰汞齊 (Amalgam)。

## 試驗五十四 錳與鉻

儀器：試管。

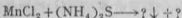
藥品：高錳酸鉀；硫酸亞鐵晶；硫酸；硫化銨；碳酸銨（25g 於 70 cc. 水，再加 10 cc. 濃氫氧化銨，稀釋至 100 cc.）；氫氧化鈉（10%）；氯化錳液（10%）。

方法：A. 錳

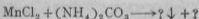
### (1) 錳為成鹽基元素

於三支試管中各置氯化錳液。

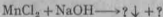
第一支試管，加硫化銨液。結果？何色沈澱？



第二支試管，加碳酸銨液。結果？何色沈澱？



第三支試管，加氫氧化鈉液。結果？何色沈澱？

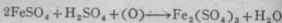


（硫化銨製法：於 200 cc. 濃氫氧化銨（比重 0.90）通入硫化氫。將溶液之瓶埋於冰塊中，至硫化氫不再能吸收時，乃加入濃氫氧化銨又 200 cc.，然後以水復稀釋至 1000 cc.）

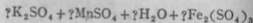
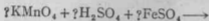
### (2) 錳為成酸元素

視察高錳酸鉀之形狀，與物理性質。取其晶約 0.1 g 溶於 5 cc. 水中，溶液為何色？另製硫酸亞鐵之稀溶液少

許，再加入二、三滴硫酸，然後將高錳酸鉀液加入一滴。  
(?)逐滴加入，至高錳酸鉀不再變色為止。何故？錳在高錳酸鉀中為成酸元素。



高錳酸鉀係極佳之氧化劑。然欲其放出氧氣，加硫酸後，尚須有一易被氧化之物質在內，如硫酸亞鐵在此處即被氧化為硫酸鐵是也。試補全下反應式：



若以亞硫酸代硫酸亞鐵，問變成何物？若通硫化氫以代硫酸亞鐵，問變成何物？若以酒精代硫酸亞鐵，問變成何物？(參觀鉻鞣製法)

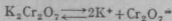
(注意： $\text{Mn}^{++}$ 游子為淡紅色； $\text{MnO}_4^-$ 為紫色； $\text{MnO}_4^{2-}$ 為綠色。)

## B. 鉻

儀器：燒杯；試管；酒精燈。

藥品：重鉻酸鉀；氫氧化鉀；酒精 ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )；稀硝酸；濃硫酸；醋酸鉛(10%)；氯化鋇(10%)。

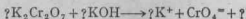
方法：(a) 取 5g 重鉻酸鉀，研碎後，溶於 25 cc. 水中。



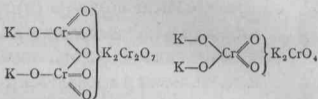
問  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  游子為何色？溶 5g 氫氧化鉀於 50 cc. 水中，將此液逐漸加入於重鉻酸鉀液，時以玻棒攪和之。問



顏色有何改變？是否任何鹼類有此作用？



問  $CrO_4^{2-}$  游子為何色？鉻之原子價幾何？參觀下圖。



(b) 於(a)中所得之鉻酸鉀液，徐徐加入稀硝酸，溶液轉變為何色？



是否任何酸類均能生此作用？

(c) 於兩支試管中，各置重鉻酸鉀液少許。

第一支試管加醋酸鉛液。結果？(E)

第二支試管加氯化鋇液。結果？(E)

(d) 溶 1g 重鉻酸鉀於 10 cc. 水中，加 1 cc. 酒精，再加入 6 cc. 稀硫酸 (1酸, 5水)，微熱之。是否有綠色之硫酸

鉻發見？硫酸鉻之分子式為  $Cr_2(SO_4)_3$  或



此作用何以稱為還原？試與高錳酸鉀之作用比較之。

重鉻酸鉀是否氧化劑？試述鉻之各游子之顏色？

## 試驗五十五 攝影化學

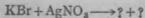
儀器：試管；燒杯；玻棒；玻片。

藥品：硝酸銀液(17g 於 1 升)；溴化鉀液(36g 於 1 升)；0.5g 硝酸銀；0.5g 溴化鉀；3g 膠質；任何商製顯影劑；硫代硫酸鈉(25%)。

- 說明：(1) 乾片或膠片上塗溴化銀等之感光藥品，如受光不同，則溴化銀之變化亦不同。
- (2) 顯影劑係還原劑，普通為一分硫酸亞鐵之飽和液與四分草酸鉀之飽和液混合而成，能使感光的溴化銀還原為銀。
- (3) 定影劑普通用硫代硫酸鈉液，能使未還原之溴化銀溶去。但如此得來之畫，濃淡與實物相反，稱曰陰片。問如何方得與實物一致之畫或陽片？

## 方法：A. 乾片製法

原理：於試管中置 3 cc. 溴化鉀液與 2 cc. 硝酸銀液。結果？置此試管於日光中約二、三分鐘。結果？



乾片或膠片不能直接塗溴化銀，故用膠質少許，使溴化銀之沈澱為膠狀溶液，乃將此膠狀液塗於玻片上而陰乾之，即得一粗製之乾片，且膠質能使溴化銀感光敏銳。

**製法：**盛三分之二清水於一大燒杯內，加熱，使水之溫度灼手乃止，以小焰保持此溫度。於是置試管(a, b)兩支於熱水中，管中各盛3 cc. 水。於(a)中復加入0.5g 硝酸銀。待(b)管之水溫度與燒杯內之水相等時，乃取出，(以下手術均在暗室中之!) 溶入0.5g 溴化鉀後，再以玻棒時時攪拌而逐漸加入2—3g 膠質。膠質溶液既成，乃取燒杯內試管(a)之溶液，盡量傾入膠質中，以玻棒不絕攪和之。膠液漸稀薄時，傾注於一潔淨之玻片上。取玻片微動之，使膠液均勻附着於片上。十餘分鐘後，膠液即凝固而乾片成矣。膠液之成分? 顏色? 試於乾片上覆一不透明之物質或照相陰板後，曝於日光中約數分鐘。(?)

**B. 顯影原理** 取試管一支，置2 cc. 硝酸銀，加入3 cc. 溴化鉀，勿振搖試管。(?) 將試管曝於日光中約十秒鐘後，乃再加入5 cc. 商製顯影劑(依廣告上之指導做成溶液)。結果? 另取一試管，管外裹以不透光之黑色紙，亦置2 cc. 硝酸銀，又加入3 cc. 溴化鉀。(注入時，如振搖之，溴化銀易凝為小塊。) 繼乃加入5 cc. 顯影劑。結果? 由此可見顯影劑有何功用?

取(A)節感光之乾片浸於顯影液中，察其變化。(?)

**C. 定影原理** 取(B)節試管，傾去其上層之澄清液，乃加

入 10 cc. 硫代硫酸鈉液(定影劑)於留下之沈澱物上。  
結果? 固體是否溶化? 振搖之! 將裹有黑紙之試管亦加入 10 cc. 定影劑。振搖之! 結果?

將浸在顯影液中之乾片取出, 浸於定影液中洗之。  
約一分鐘後, 取出再以水洗之。結果?

### 結果比較

|        | 溴化銀(暗室) | 溴化銀(日光中) |
|--------|---------|----------|
| 顯影液之作用 |         |          |
| 定影液之作用 |         |          |

問題: 有一製照相乾片公司, 每星期須消耗 6000 lb. 之銀。問由此數量之銀可製成若干重量之溴化銀?

## 分 析 練 習

宗旨: 本試驗之宗旨在(1)引起學生對於定性分析之興趣;(2)藉以明瞭數種金屬之化學性質。

- 
- |       |                  |
|-------|------------------|
| 試驗五十六 | 化裝粉之鑑別法          |
| 試驗五十七 | 鉛, 亞汞, 銀之分析法     |
| 試驗五十八 | 汞, 鉛, 鉍, 銅, 鎳之分析 |
| 試驗五十九 | 未知物之分析           |
- 

### 試驗五十六 化裝粉之鑑別法

說明：化裝粉往昔概用碳酸鉛，即鉛白，但鉛有毒，新式之粉則改用鋅白，質良無毒，但價較昂，故普通劣等白粉仍混有鉛白，是以選擇須謹慎。學生可就家中所備之化裝粉，不妨取來檢驗，一方面可以練習分析手術，他方面如查有鉛白，即可以警告家人，免受其害。

儀器：試管；漏斗；漏斗架；硫化氫發生裝置；鉑絲玻棒。

藥品：化裝白粉；硝酸；稀硫酸(1:6)；氫氧化鋅；硫化鋅；草酸鋅；碘酒；醋酸鉛液；碳酸鈉液。

方法：A. 成分說明

- (1) 化裝白粉主要成分大抵為(1)鉛白；(2)鋅白(即氧化鋅)；(3)胡粉(即碳酸鈣)；(4)澱粉；(5)重晶石(即硫酸鋇)；(6)有時用陶土以代澱粉等。
- (2) 鉛白係鹽基性碳酸鉛 $[(\text{PbCO}_3)_2 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2]$ 。於試管中，置少許醋酸鉛液，次加數滴碳酸鈉液，所生白色沈澱即係鉛白。試詳述此中之化學作用！氫氧游子係由何物游子化而成？取另一試管，置少許碳酸鉛，以適量之硝酸溶化後，通硫化氫。結果？由此可見鉛白尚有何種缺點？反應式？
- (3) 取任何硫酸鹽溶液於試管，加入數滴氯化鋇液。結果？(E)
- (4) 問檢查澱粉，可用何法？通二氧化碳於石灰水中？所得為何？

### B. 簡便之分析

- (a) 將化裝白粉少許，以硝酸溶之。
- (b) 過濾，保留濾液。
- (c) 取濾紙上殘餘固體，以鹽酸潤濕之。用鉑絲玻棒之鉑絲圈，黏取少許，持入酒精焰中燒之。焰作何色？若呈綠色，是含銀之證，即粉內有重晶石也。
- (d) 取另一部分固體，置於試管，加水煮沸後，滴入一、二滴碘酒，若呈藍色，是有澱粉也。
- (e) 取(b)節所留濾液，加入數滴硫酸。結果？有白色沈澱否？若有白色沈澱，此係硫酸鉛，即含鉛白之證。
- (f) 過濾之。(如無鉛之沈澱，當然不必過濾。)加氫氧化銨於濾液，使呈鹼性。繼乃徐徐注入硫化銨液，若生白色沈澱，此係硫化鋅，蓋原含鋅白也。
- (g) 濾去硫化鋅，加草酸銨於濾液。如有白色沈澱，係草酸鈣( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ )，蓋含胡粉也。

### 試驗五十七 鉛，亞汞，銀之分析法

儀器：燒杯；試管；漏斗；漏斗架；玻棒；洗滌瓶；酒精燈。

藥品：鹽酸(1:4)；濾紙；硝酸；氫氧化銨；藍色石蕊紙；鉻酸鉀液(10%)；硝酸銀液(4%)；硝酸鉛液(10%)；硝酸亞汞液(10%)。

方法：(a) 取硝酸銀液，硝酸鉛液，硝酸亞汞液各5 cc. 共置入一

燒杯中，用水稀釋至 200 cc.

- (b) 逐滴加入鹽酸，時以玻璃棒攪和之。是否有白色沈澱發生？沈澱不久即將沈積杯底。此時如加入鹽酸一滴於上層之澄清液中，不再發生沈澱，是為作用業已完全之證。(E)
- (c) 過濾之。(若試驗五十七及五十八，作系統之試驗時，此處所得濾液不可棄去，即當用於五十八試驗中，以分析其他成分。)
- (d) 濾紙上之沈澱係何物？以熱水洗滌之。(洗滌之法，可取試管二支，一支盛水約 15 cc. 煮沸之，一支則置於漏斗下，備作濾液之受器。以試管中之熱水洗滌沈澱，俟熱水由漏斗盡入受管時，乃取受管，熱其濾液，再注入沈澱上，此時將第一支試管換為受管，以收濾液。如此反覆洗滌，約三、四次。)氯化鉛溶於熱水中。
- (e) 加入數滴鉻酸鉀液於(d)之濾液。黃色沈澱為何物？(E) 若查有鉛游子存在，則(b)所得沈澱可另取熱水再洗滌數次，使氯化鉛盡被溶去乃止。
- (f) 此時濾紙上尚存何物？於沈澱上注入 2—3 cc. 氫氧化銨液，以一試管收其濾液。氯化銀被氫氧化銨溶去，故用硝酸中和此濾液，氯化銀即復重現。
- (g) 濾紙上變黑色之沈澱物，係氯化亞汞存在之證。
- (h) 取一未知物，用上法以檢其成分。(銀？汞？鉛？)

表 甲

|                                                                               |                                                                                                  |                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 加鹽酸——沈澱: $\text{PbCl}_2$ , $\text{AgCl}$ , $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ , 加熱水, 濾過 |                                                                                                  |                                                             |
| 濾液: $\text{PbCl}_2$<br>加 $\text{K}_2\text{CrO}_4$                             | 沈澱: $\text{AgCl}$ , $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$<br>加 $\text{NH}_4\text{OH}$                         |                                                             |
| 沈澱: $\text{PbCrO}_4$<br>(黃色)                                                  | 沈澱: 黑色係<br>$\text{Hg}$ 與 $\text{Hg}_2$<br>$\begin{matrix} \text{Cl} \\ \text{NH}_2 \end{matrix}$ | 濾液: $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}$<br>加 $\text{HNO}_3$ |
|                                                                               |                                                                                                  | 沈澱: $\text{AgCl}$                                           |

## \*試驗五十八 汞(二價), 鉛, 鉍, 銅, 鎘之分析

說明: 本試驗可與五十七試驗作系統之實驗。惟因氯化鉛亦稍溶於冷水, 故五十七試驗中若查有鉛, 則必有一部分遺留於液中, 在本試驗中非重行檢除之不可。

儀器: 燒杯; 漏斗; 漏斗架; 試管; 玻棒; 洗滌瓶; 硫化氫發生瓶(見附錄二); 蒸發皿; 歐氏燒瓶。

藥品: 氯化汞液(25g 於 1 升); 硫酸銅液; 硝酸鉍(溶於硝酸); 氯化鎘液; 醋酸鉛液; 稀鹽酸(1:4); 稀硝酸(1:4); 王水( $3\text{HCl}:1\text{HNO}_3$ ); 氯化亞錫液; 硫酸; 鉻酸鉀液; 醋酸鉍液; 氫氧化鉍; 亞錫酸鈉液( $\text{Na}_2\text{SnO}_2$ ); 醋酸; 亞鐵氰化鉀液; 鐵屑。

附註 (1) 氯化亞錫液製法: 溶 117g 氯化亞錫晶( $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )



於 170 cc. 純濃鹽酸中，乃以水稀釋至 1000 cc. 爲止。  
液中復置錫數塊，以防氧化。

- (2) 亞錫酸鈉液用時必新製：取 1 cc. 氯化亞錫液，以 3—4 cc. 水稀釋之，復逐滴加入氫氧化鈉液，至初生之沈澱 ( $\text{Sn}(\text{OH})_2$ ) 又溶化爲止。將瓶塞緊，不可漏氣。

方法：(a) 將氯化汞液，硫酸銅液，硝酸鉍液，氯化錒液各 3 cc. 混合於一燒杯內。

- (b) 加入稀鹽酸，使呈酸性。有沈澱物否？

- (c) 次將溶液置於一歐氏燒瓶中，以水稀釋至 100 cc. 後，復加入約 1 cc. 醋酸鉛液。(此液之加入，係代表自五十七試驗中遺留至此者。) 乃通入硫化氫。結果？

- (d) 將(c)之混合物過濾。濾紙上留下者何物？(濾液無用)。

- (e) 取所得沈澱加適量稀硝酸，煮沸之。

- (f) 過濾，保留濾液，所餘沈澱即係二價汞之化合物。將沈澱以王水溶化之，稍加熱，以驅出氯氣；繼乃加水稀釋，過濾，加氯化亞錫液於濾液中。若生白色沈澱而旋變灰黑色者，係汞存在之證。

- (g) 將所保留之濾液加濃硫酸蒸發之(安全罩下或室外)，幾至乾涸。俟冷，加水稀釋，過濾。保留濾液。

- (h) 注 5—15 cc. 醋酸鉍液於濾紙上之沈澱。於濾下之溶



液中加入三、四滴鉻酸鉀液及 2—5 cc. 醋酸，黃色沈澱乃有鉛之證。

- (i) 用氫氧化銨加於(g)所留之濾液，使呈鹼性。此時白色沈澱乃含鉍之證；綠藍色溶液，係有銅之故。過濾，洗滌沈澱。
- (j) 於沈澱上注新製之亞錫酸鈉液，若變黑色，是有鉍之證。將(i)之濾液分為兩份，作以下之實驗。
- (k) 取四分之一濾液，以醋酸加入，使呈酸性，繼加入一滴亞鐵氰化鉀液，靜待二、三分鐘後，續加 3 cc.，如得紅色沈澱，係銅存在之證。
- (l) 取餘剩濾液，加硫酸使呈酸性後，復續加 5cc.，於是加

表 乙

加鹽酸，通硫化氫——沈澱： $\text{HgS}$ ,  $\text{PbS}$ ,  $\text{Bi}_2\text{S}_3$ ,  $\text{CuS}$ ,  $\text{CdS}$   
加稀硝酸煮沸，過濾

|                                                                                                                        |                                                                   |                                                                                                   |                                                                                            |                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 沈澱： $\text{HgS}$<br>加王水，溶化。<br>復加 $\text{SnCl}_2$ 液，<br>白色變黑之沈<br>澱：<br>$\text{Hg}_2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{Hg}$ | 溶液：加硫酸，蒸發至近乾涸。緩注於 10cc. 冷水中                                       |                                                                                                   |                                                                                            |                                                                                     |
|                                                                                                                        | 沈澱： $\text{PbSO}_4$<br>溶於醋酸<br>銨，加<br>$\text{K}_2\text{CrO}_4$    | 溶液：加 $\text{NH}_3\text{OH}$ 至過量                                                                   |                                                                                            |                                                                                     |
|                                                                                                                        |                                                                   | 沈澱：<br>$\text{PbCrO}_4$<br>(黃色)                                                                   | 沈澱：<br>$\text{Bi}(\text{OH})_3$<br>加入<br>$\text{Na}_2\text{SnO}_2$<br>黑色固體：<br>$\text{Bi}$ | 溶液： $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4$ , $\text{Cd}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4$   |
|                                                                                                                        | 於 $\frac{1}{4}$ 液：<br>加醋酸<br>及 $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ |                                                                                                   |                                                                                            | 於 $\frac{3}{4}$ 液：<br>加 $\text{Fe}$ 及 $\text{H}_2\text{SO}_4$                       |
|                                                                                                                        |                                                                   | 沈澱：<br>$\text{Cu}_2\text{Fe}(\text{CN})_6$<br>(紅色)<br>$\text{Cd}_2\text{Fe}(\text{CN})_6$<br>(白色) | 沈澱：<br>$\text{Cu}$                                                                         | 溶液：<br>$\text{CdSO}_4$<br>通 $\text{H}_2\text{S}$<br><br>沈澱：<br>$\text{CdS}$<br>(黃色) |
| 汞                                                                                                                      | 鉛                                                                 | 鉍                                                                                                 | 銅                                                                                          | 錳                                                                                   |

熱至  $50^{\circ}$ — $60^{\circ}\text{C}$ ，乃加入 1 cc. 鐵屑(如(k)節查無銅質，則不必加鐵)振搖約兩分鐘，過濾。加 200 cc. 水於濾液，而通入硫化氫。若有鎳，則必得黃色沈澱物。

(參觀表乙：以上方法，均係連續，並非間斷，分為 a, b, c, d ..... 等者，不過藉以清眉目而已。)

### 試驗五十九 未知物之分析

儀器，藥品：與試驗五十七，五十八同。

方法：將所得未知物之溶液取約 10—15 cc.，依照試驗五十七之甲表與試驗五十八之乙表，順序實驗，以檢查其所含之成分。

表 式

| 未知物 A |         | 未知物 B  |         |
|-------|---------|--------|---------|
| 成分： 1 | 數量：多？寡？ | 成分： 1  | 數量：多？寡？ |
| 2     |         | 2      |         |
| 3     |         | 3      |         |
| 4     |         | 4      |         |
| 5     |         | 5      |         |
| 6     |         | 6      |         |
| 7     |         | 7      |         |
| 8     |         | 8      |         |
| 9     |         | 9      |         |
| 10    |         | 10     |         |
| 姓名    |         | 簽字：(教員 | )       |
| 日期    |         |        |         |

### 試驗六十 肥皂之製法

## 製皂原理： ？

儀器：陶土鍋(宜興製)；黃泥爐；燒杯；玻棒。

藥品：牛脂；棉子油；氫氧化鈉；食鹽。

方法：(1) 權 20 g 氫氧化鈉，溶於 150 cc. 水中。(備用)



(2) 置 70 g 牛脂與 30 g 棉子油於陶土鍋中，加熱使熔。煮沸時，取所備之氫氧化鈉 70 cc.，再以水稀釋至 200 cc. 後，即注入鍋中。

(3) 煮沸約 45 分鐘；時以玻棒攪拌及不絕加水，以作補充。

(4) 將所餘氫氧化鈉液逐漸加入，再煮沸約一小時。待液面無餘剩之油析出，全體如飴狀時，是為已達完全鹼化之證。(時加水補充，及攪拌。)

(5) 試寫鹼化作用之反應式。(加少許酒精，能促鹼化。)

(6) 溶 40 g 食鹽於 120 cc. 水中。將此鹽液傾入鍋中。肥皂不溶於鹽水，當即析出。

(7) 用粗布一方(或其他適宜之物)過濾之。布中所留者即係普通洗滌用之肥皂。以少許水洗滌之。濾液中所含者何物？

(8) 將所得肥皂置鍋中加少許水，再煮數分鐘。然後置之一旁，待其自行凝固。

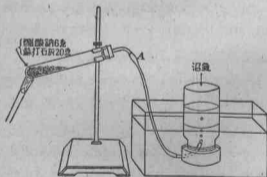
## 試驗六十一 沼氣與電石氣

**實驗之目的：**研究沼氣與電石氣之製法及其性質。沼氣之學名爲甲烷  $\text{CH}_4$ ，爲天然燃氣之主要成分，約含 90%。煤氣中平均約含 35% 左右。電石氣之學名爲乙炔  $\text{C}_2\text{H}_2$ ，其著名之應用爲氧炔焰。

**儀器：**試管；一孔塞；玻璃管；橡皮管；250 cc. 廣口瓶；鐵夾與鐵架；水槽；酒精燈；蒸發皿；玻璃片。

**藥品：**無水醋酸鈉；蘇打石灰；碳化鈣；石灰水。

**〔甲〕沼氣之製法：**1. 取醋酸鈉 6 g 與蘇打石灰 20 g，研碎後，混



和均勻，盛入硬質之試管中。配單孔木塞與導管，如左圖裝置之。盛入之藥品勿推結於試管，使氣體便於流動爲主。

2. 微熱試管之各部以驅出空氣。何故？繼用另一滿水之試管，用排水法收集氣體一管，用火燃之，作爆裂聲否？何故？如查無爆裂之聲時，乃用排水法收集沼氣滿二廣口瓶。

沼氣之性質：(1) 倒持盛沼氣之瓶，口向下(何故?)，近火以燃之。問此氣能燃否?反應式?其火焰之亮度如何?顏色如何?取一燃着之燭送入正在燃燒之沼氣瓶中，燭仍燃否?將燭漸漸由瓶中抽出至瓶口，燭又燃否?此點實驗表示何意?

(2) 將第二瓶沼氣燃着後，待其火熄，即速以澄清石灰水傾入瓶內，振盪之。如何?反應式?

(3) 將橡皮管 A 卸去，接以有尖嘴之玻管，燃着生出之氣體。倒持乾燥之燒杯近此火焰上。問燒杯壁上發見何物?何故?反應式?

[乙]電石氣之製法與性質：(1) 倒置一滿水之試管於盛水至半滿之蒸發皿中。

(2) 投入碳化鈣一粒(黃豆大小)於蒸發皿中。

(3) 急移試管之口罩於碳化鈣上，以收集發生之氣體。反應式?

(4) 倒持(何故?)滿氣之試管臨火以燃之，能燃否?火焰之色如何?光亮否?火熄後，即速傾入少許石灰水振盪之。如何?反應式?

(5) 同法再製電石氣滿一試管。想一簡單方法以證明此氣較空氣為輕。

(6) 用石蕊紙試驗蒸發皿中剩餘之液體。如何?何故?

問題：1. 乙炔何以稱為電石氣?

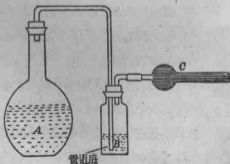
2. 甲烷何以稱為沼氣？
3. 煤礦中常有爆炸危險。何故？
4. 甲烷與乙炔燃燒之生成物相同否？何故？
5. 甲烷一容積欲使其完全燃燒，需養氣幾容積？空氣幾容積？
6. 乙炔一容積欲完全燃燒之，需養氣幾容積？空氣幾容積？
7. 據本實驗用醋酸鈉 6g 與過量之蘇打石灰，在標準狀況時，應得沼氣之體積為若干？

## 試驗六十二 酒精

**儀器：**2 升玻瓶或燒瓶；配二孔木塞之廣口瓶；乾燥管；玻管；橡皮管；蒸溜瓶；燒瓶；冷凝管；酒精燈；鐵架；鐵絲網；溫度計；錶面皿；試管。

**藥品：**糖漿；釀母菌；石灰水；氫氧化鈉（棒狀）及其溶液；碘；硫酸銅。

[A] 釀酒實驗之預備裝置儀器，如右圖所示。A 瓶（約 2 升）中為 100cc. 糖漿（或葡萄糖 100 克）

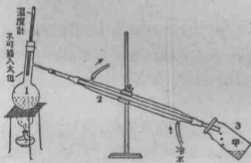


調於 1 升之水中。取釀母菌少許，研碎，調水成薄糊，一併洗入上述已盛糖漿之 A 瓶中。B 瓶盛石灰水。C 為乾燥管，盛乾燥棒狀之氫氧化鈉。

將上述裝就儀器全套置於溫度在  $30^{\circ}\text{C}$  左右之室中，約一星期。問 A 內有何作用？反應式？B 內之變化如何？何故？C 之功用為何？

待一星期後，取 A 中已醱酵之液，過濾後，每組學生可分得約 200 cc.

[B] 酒精之製出；分部蒸溜：將取得之醱酵後溶液約 200 cc. 傾



入蒸溜瓶中；其他裝置悉如左圖所示。2 為冷凝管。3 為燒瓶或廣口瓶，用作受器；但須同式者共三只，號為甲、

乙、丙以備應用。先以甲號置於冷凝管口下，同時以酒精燈加熱於蒸溜瓶 1，此時細察溫度計之變化。水銀升至何度乃停止上昇？記錄！片時後，當見溫度復上昇，此時立即取去甲號瓶，以乙號代作受器，同時察水銀又復升至何度而停止？記錄！數分鐘後，當再見溫度計上昇，同時以丙號代乙號作受器。再察溫度計升至某度而停止。如是蒸溜數分鐘停止。



此實驗結果，得蒸溜液甲、乙、丙三部分。

### [C] 酒精之性質

- (1) 將甲號燒瓶中液體之臭味，與乙、丙各瓶中之液體比較之，說明其原因。
- (2) 由甲、乙、丙三瓶分別傾出少許液體於錶面皿或蒸發皿中，以火驗之。問何部分之液體能燃？何部分不能燃燒？說明其故。
- (3) 取硫酸銅少許，加熱以逐去其結晶水，成爲白色之粉末。取此粉末投於少許甲液中，以觀其變化。(?)此實驗表示何意？
- (4) 取甲液約5 cc. 盛於試管中，加入少許氫氧化鈉溶液後，投入碘之結晶一、二片，微熱之。問有何種變化？所生之沈澱爲何色？臭味如何？此沈澱是什麼？此實驗表示何意？

- 問題：
1. 酒精之學名爲何？其分子式及構造式爲何？
  2. 酒精之沸點與冰點各爲幾度？
  3. 如何可以檢驗酒精之存在？
  4. 如何可以檢驗普通酒精中之水分？
  5. 分部蒸溜時，何以溫度升而又停，停而復升？
  6. 醱酵變化之反應如何？
  7. 若製酒精，以澱粉爲出發點，其作用應如何？
  8. 何謂變性酒精？

9. 不要食物發霉，應當如何預防？
10. 冬日汽車中所用之水常加入少許酒精，其用意何在？

### 試驗六十三 衣服之原料

**實驗目的：**衣服之原料，形形色色，種類繁多，要不外乎為纖維而已。纖維有動物性，植物性之別。今研究其簡單之檢別法。

**儀器：**顯微鏡；試管；酒精燈。

**藥品：**棉布，綢，嗶嘰，麻布，人造絲織品各一小塊；20%氫氧化鈉液；稀鹽酸；氨水；氫氧化鋁液\*；一品紅（Aniline red）。

\*取5g 硫酸鋁，溶於100 cc. 之水中，逐漸加入氫氧化鈉液，俟氫氧化鋁完全析出乃止。過濾，將沈澱以水洗之後，復以濃氨水25cc. 溶化之。再加入蒸溜水25 cc.，即得此液。

- 方法：**
- (1) 由棉布，綢，麻布，嗶嘰，人造絲織品等各抽出纖維一條，用顯微鏡觀察各種纖維之構造。
  - (2) 棉布與嗶嘰代表植物性與動物性兩種纖維。取試管二支，一支放入棉布一塊（3cm × 3cm），一支放入同大之嗶嘰一塊。兩管各加入20%氫氧化鈉液，加熱煮沸之。問何種纖維完全溶解於鹼液中？
  - (3) 棉布與麻布同為植物纖維，其檢別之法即將棉布與麻布各一塊置於燒杯中，加入1% 一品紅之酒精液潤濕之，以水洗清，再以少許氨水濕之。麻布變紅色，

棉布則否。

- (4) 呷嘜與絲綢同為動物纖維，其檢別之法即將兩種纖維各取一小塊分置二試管中，均加氫氧化鎳液淹沒之。二分鐘後取出，投入1%鹽酸中，煮沸約二分鐘。觀察何種纖維已被溶解？
- (5) 絲綢與人造絲織品，亦代表動物性與植物性纖維。此兩種纖維最簡單之檢別法係各取一根纖維拉直後，以火燒之。凡動物性纖維均發生特別之臭味，且其纖維之灰捲縮，而植物性纖維則否。
- (6) 將植物性與動物性纖維之性質列表分別之。

問題：(1) 衣服多穿，是否可以生熱？

(2) 絲光紗與絲綢如何可以分別？

(3) 破布可以製糖否？何故？

(4) 麻布何以不適於製冬衣？

## 試驗六十四 食物之成分

實驗之目的：研究碳水化合物，脂肪，蛋白質之檢別法與其性質。

儀器：乳鉢與杵；試管；酒精燈；漏斗；燒杯；蒸發皿(大號)；匙(鐵製)。

藥品：澱粉；碘液；葡萄糖；費林液(Fehling's Solution)；濾紙；乙醚；花生米；濃硝酸；濃氨水；雞蛋。

方法：

### I. 碳水化合物：

(a) 澱粉：取少許澱粉，投於試管中，加入約 15 cc. 水，振盪之。澱粉溶解否？煮沸數分鐘，有何變化？傾於一燒杯之水中，用玻棒均勻攪之。問此時澱粉溶解否？將此溶液分為兩部分，一部分留待 (b) 節試驗，一部分加入碘液（溶碘於碘化鉀液中）。問發生何種變化？

(b) 葡萄糖：植物果實中多含之。取少許葡萄糖溶於 10 cc. 水中。另取一試管盛 10 cc. 費林液，煮沸之。葡萄糖液加入煮沸之費林液中，察其所生之變化？此紅色沈澱為氧化亞銅 ( $\text{Cu}_2\text{O}$ )。問澱粉溶液亦生同樣反應否？可試驗之。

II. 脂肪：取花生米數粒搗碎之，置入一試管內約高 1 吋左右，加入乙醚後振盪之（遠火！危險！！），將試管浸於一杯熱水中，仍時時振盪試管。待數分鐘後，用濾紙過濾之。後展開濾紙，令其自乾，乾後向光處照視之，可見油漬。用乙醚之目的何在？

III. 蛋白質：將雞蛋打碎，加水中熱之，則蛋白凝固。取出凝固之蛋白質一小塊，置入試管中，加入濃硝酸數滴後，復以清水洗去酸性。傾去其水，再加入氨水數滴。問發生何種變化？

IV. 礦物質：取研碎之花生米，置於一鐵匙中，加熱燒之。俟其煙出盡後，再加強熱，則碳分燒去，所剩餘之白色固

體，即為灰分，內含各種礦物質。

- 問題：1. 碳水化合物之名稱表示何意？
2. 碳水化合物分為幾大類，其對於身體之營養價值為何？
3. 蛋白質與脂肪對於身體之營養價值為何？
4. 糯米之黏性甚強，是否含澱粉較多？
5. 牛乳入胃中，何物凝固而起沈澱？
6. 食飯至口，多咀嚼之，輒覺甜味，其故何在？米何故要煮熟食之？
7. 上漿之衣服，用鐵燙之，其化學作用為何？

### 試驗六十五 牛乳之成分

實驗之目的：牛乳為極優良之食品，因其所含各種營養素及組成頗合人體之需要。此處係應用實驗六十四之原理，以檢查牛乳之成分。

儀器：燒杯；酒精燈；玻璃棒；試管；漏斗；蒸發皿；天平。

藥品：牛乳；醋酸；費林液 (Fehling's solution)，濃硝酸；濃氨水。

方法：

1. 水分：先秤得一蒸發皿與一玻璃棒之重量後，乃加入20 cc. 牛乳，再秤之。次將蒸發皿置於一沸水杯上，蒸發至乾(如下圖)。乾後再秤，由所得之結果求水分之百分率。
2. 灰分：最後，將上節之蒸發皿加以強熱，待碳分燒去，則剩



餘之白色固體即為灰分；乃連同蒸發皿再權其重，可以求得灰分之百分率。

3. 蛋白質(a)酪素(Casein): 取燒杯一只，盛入15 cc. 牛乳，以30 cc. 水稀釋之。於是取醋酸 20 cc. 逐漸加入，靜置數分鐘，濾出其析出之酪素，此為牛乳之主要成分。

(b) 蛋白素(Albumin): 取由上節所得之澄清濾液，加熱至沸，則蛋白素凝

固，過濾之。可用實驗六十四之法證明此沈澱為蛋白質之一種。

4. 乳糖(Lactose): 取上節之濾液分為二份，一份置於蒸發皿中蒸乾之，所得之固體即為乳糖，其甜味約為蔗糖之 $\frac{1}{60}$ 。

取另一部份之液體，置於試管中，加入少許費林液。煮沸數分鐘，察其所生之變化。(?)

按乳糖對於費林液之反應與葡萄糖同。

問題: 1. 牛乳中如攪有米汁，用何法可以檢出?

2. 牛乳是否膠質溶液?

3. 牛乳品質之高低，何以用比重表可以測出之?

## 附 錄 一

## 米 突 制

(本書關於米突制所採用名稱,多用西文簡字。)

1. 長度: 10 millimeters(mm.) = 1 centimeter(cm.)常用單位  
 10 centimeters = 1 decimeter(dm.)  
 10 decimeters = 1 meter(m.)  
 1000 meters = 1 kilometer(km.)

2. 容積: 1000 cubic millimeters = 1 cubic centimeter(cc.)

常用單位

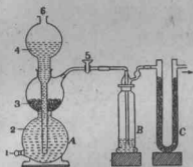
1000 cubic centimeters = 1 liter (l.)

1000 liters = 1 cubic meter

3. 重量: 10 milligrams(mg.) = 1 centigram(cg.)  
 10 centigrams = 1 decigram(dg.)  
 10 decigrams = 1 gram(g.)常用單位  
 1000 grams = 1 kilogram(kg.)

## 附 錄 二

Kipp's 氣體發生瓶,係實驗室之重要器具。通常如製硫化氫,二氧化碳,氫氣等,均可用之,甚為便利。下圖A 即為發生瓶; B 係洗氣瓶; C 係乾燥器,內可置氫化鈣。



Kipp's 發生瓶

今將固體物置於中室(3)。酸類或其他液體由口頸(6)中注入。酸由下室(2)而上升，與中室之固體接觸，即能發生氣體。啓活塞(5)，則氣即向洗氣瓶、乾燥器而逸出。若將活塞(5)閉住時，則氣體因不能逸出，器內氣壓漸增，終乃將中室之酸質(或液體)壓出，由下室而上升至大漏斗(4)內。因此活塞閉住，氣即停止發生。如是一裝置後，因耗費原料甚慢，故可供長久用。下室底有塞(1)，廢液可由此放出。

## 附 錄 三

## 水蒸氣張力表

| 溫度 $^{\circ}\text{C}$ | 壓力mm. | $^{\circ}\text{C}$ | mm.  | $^{\circ}\text{C}$ | mm.   |
|-----------------------|-------|--------------------|------|--------------------|-------|
| 0                     | 4.6   | 16                 | 13.5 | 26                 | 25.1  |
| 5                     | 6.5   | 17                 | 14.4 | 27                 | 26.5  |
| 8                     | 8.0   | 18                 | 15.4 | 28                 | 28.1  |
| 9                     | 8.6   | 19                 | 16.3 | 29                 | 29.8  |
| 10                    | 9.2   | 20                 | 17.4 | 30                 | 31.5  |
| 11                    | 9.8   | 21                 | 18.5 | 31                 | 33.4  |
| 12                    | 10.5  | 22                 | 19.7 | 32                 | 35.4  |
| 13                    | 11.2  | 23                 | 20.9 | 33                 | 37.4  |
| 14                    | 11.9  | 24                 | 22.2 | 34                 | 39.6  |
| 15                    | 12.7  | 25                 | 23.6 | 100                | 760.0 |



## 附 錄 四

## 金屬置換表

|       |       |       |
|-------|-------|-------|
| 1. 鉀  | 2. 鈉  | 3. 銦  |
| 4. 鈣  | 5. 鎂  | 6. 鋁  |
| 7. 錳  | 8. 鋅  | 9. 銻  |
| 10. 鐵 | 11. 銻 | 12. 鍍 |
| 13. 錫 | 14. 鉛 | 15. 氫 |
| 16. 銅 | 17. 砷 | 18. 銻 |
| 19. 銻 | 20. 汞 | 21. 銀 |
| 22. 鉑 | 23. 金 |       |

## 附 錄 五(溶解表)

|                   | ( $C_2H_5O_2$ ) | Br             | ( $CO_2$ ) | ( $ClO_2$ ) | Cl             | ( $CrO_4$ )    | (OH) | I              | ( $NO_3$ ) | O | ( $PO_3$ ) | ( $SO_4$ )     | S              | ( $SO_2$ ) |
|-------------------|-----------------|----------------|------------|-------------|----------------|----------------|------|----------------|------------|---|------------|----------------|----------------|------------|
| Al                | S               | S              | —          | S           | S              | —              | I    | S              | S          | I | I          | S              | —              | —          |
| $NH_4$            | S               | S              | S          | S           | S              | S              | S    | S              | S          | — | S          | S              | S              | S          |
| Sb                | —               | P              | —          | —           | P              | —              | P    | P              | —          | I | —          | —              | I <sup>a</sup> | —          |
| As                | —               | S              | —          | —           | S              | —              | S    | P              | —          | P | —          | —              | I <sup>a</sup> | —          |
| Ba                | S               | S              | I          | S           | S              | I              | S    | P              | S          | S | I          | I <sup>a</sup> | S              | I          |
| Bi                | —               | P              | I          | —           | P              | I              | I    | I              | S          | I | I          | S              | I <sup>a</sup> | —          |
| Cd                | S               | S              | I          | S           | S              | —              | I    | S              | S          | I | I          | S              | I <sup>a</sup> | S          |
| Ca                | S               | S              | I          | S           | S              | I              | P    | S              | S          | P | I          | P              | P              | P          |
| Co                | S               | S              | I          | S           | S              | I              | I    | S              | S          | I | I          | S              | I              | I          |
| Cu                | S               | S              | I          | S           | S              | I              | I    | —              | S          | I | I          | S              | I <sup>a</sup> | S          |
| Fe <sup>++</sup>  | S               | S              | I          | —           | S              | —              | I    | S              | S          | I | I          | S              | P              | P          |
| Fe <sup>+++</sup> | —               | S              | —          | —           | S              | —              | I    | —              | S          | I | I          | S              | —              | —          |
| Pb                | S               | P              | I          | S           | P              | I <sup>a</sup> | I    | I              | S          | I | I          | I <sup>a</sup> | I <sup>a</sup> | I          |
| Mg                | S               | S              | I          | S           | S              | S              | I    | S              | S          | I | I          | S              | S              | P          |
| Mn                | S               | S              | I          | —           | S              | —              | I    | S              | S          | I | P          | S              | I              | —          |
| Hg <sup>+</sup>   | P               | I              | I          | S           | I              | P              | —    | I              | S          | I | I          | P              | I <sup>a</sup> | —          |
| Hg <sup>++</sup>  | S               | S              | I          | S           | S              | P              | I    | I              | S          | I | I          | S              | I <sup>a</sup> | —          |
| Ni                | S               | S              | I          | —           | S              | —              | I    | S              | S          | I | I          | S              | I              | I          |
| K                 | S               | S              | S          | S           | S              | S              | S    | S              | S          | S | S          | S              | S              | S          |
| Na                | S               | S              | S          | S           | S              | S              | S    | S              | S          | S | S          | S              | S              | S          |
| Ag                | S               | I <sup>a</sup> | I          | S           | I <sup>a</sup> | I              | —    | I <sup>a</sup> | S          | I | I          | P              | I <sup>a</sup> | S          |
| Zn                | S               | S              | I          | S           | S              | —              | I    | S              | S          | I | I          | S              | I              | P          |

S = 溶於水, I = 不溶於水, P = 稍溶於水, I<sup>a</sup> = 溶不於水及稀酸。

## 附 錄 六

## 普通元素符號與原子量表

0 = 16

|   |    |        |   |    |        |
|---|----|--------|---|----|--------|
| 鋁 | Al | 27.1   | 碘 | I  | 126.92 |
| 銻 | Sb | 120.2  | 鐵 | Fe | 55.84  |
| 砷 | As | 74.96  | 鉛 | Pb | 207.2  |
| 銀 | Ba | 137.37 | 鎂 | Mg | 24.32  |
| 鉍 | Bi | 208.0  | 錳 | Mn | 54.93  |
| 硼 | B  | 11.0   | 汞 | Hg | 200.6  |
| 溴 | Br | 79.92  | 鎳 | Ni | 58.68  |
| 銻 | Cd | 112.4  | 氮 | N  | 14.01  |
| 鈣 | Ca | 40.07  | 氧 | O  | 16.00  |
| 碳 | C  | 12.00  | 磷 | P  | 31.04  |
| 氯 | Cl | 35.46  | 鉀 | K  | 39.1   |
| 鉻 | Cr | 52.0   | 矽 | Si | 28.3   |
| 鈷 | Co | 58.97  | 銀 | Ag | 107.88 |
| 銅 | Cu | 63.57  | 鈉 | Na | 23.0   |
| 氟 | F  | 19.0   | 硫 | S  | 32.06  |
| 金 | Au | 197.2  | 錫 | Sn | 118.7  |
| 氫 | H  | 1.008  | 鋅 | Zn | 65.37  |

---

## 導 言

1. 本書實驗之數足供一學年之用。

2. 凡加\*號各節實驗，係不妨從略或省却者。

3. 本書實驗教程，稍有長短差別，故實驗之分配與指定，應由教師預為指導。

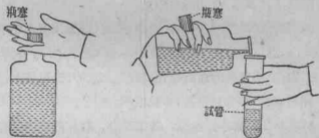
4. 若校中缺乏天平，遇定量實驗時，不能遍試，教師亦應預為支配而佈置之為要。

5. 有很多的學生，到實驗室，在做機械的工作，更有很多的盲然從事。所以最好由教師在一星期之前，指定實驗，俾學生得在課外有充分的預備。當未進行實驗之先，不妨臨時舉行數分鐘之筆試，以觀各生預備之程度。實驗時教師應時時注意學生實驗之手續等。報告本於實驗之終即須繳卷。本書中之實驗規則與須知，務使各生特別注意，俾養成良好之習慣。

世杰又識

## ● 實 驗 規 則 ●

1. 實驗之前，須將實驗內容細閱，至完全明瞭為止。
2. 實驗之終，須將各種儀器洗淨，妥為安置，燈火熄滅，自來水關閉，方可離室。
3. 實驗之時，關於藥品：
  - (a) 公用藥瓶，不准運攜至自己桌上。
  - (b) 取液體藥品，須用試管；如為固體，則攜一紙片或錶面皿盛之。瓶塞不可橫臥桌上，取畢立刻蓋上。



◎ 細小瓶塞，不能仰置桌上者，均宜如此執法。

- (c) 所用試藥，如未指定適當之量時，宜用極少量。如此，既省藥料，又不耗費光陰，且能得良好結果。
  - (d) 實驗後，若有餘剩或取出過多之試藥，可分與他人用之，切勿回置原瓶。
4. 各人須備報告冊一本。此種筆記本，不拘任何式樣，惟求全級一致為要，字體須端正、潔淨，宜用墨水繕寫。

(E) 應書化學作用之反應式。

(R) 參考教本或其他書籍。

(C) 就教教員，或教員認為滿意時，方可續試。

(\*) 不重要或較繁之試驗，不妨從略者。

(°C) 攝氏溫度。

(g) 等於 gram.

(c.c.) 等於 Cubic Centimeter

(cm) 等於 Centimeter

凡度量名稱，概用西名，  
參觀附錄一。

L. 凡複雜實驗，可由二三人合作，餘均獨試。

## 報 告 之 一 頁

姓名：

日期：

實驗目的：

儀器：

藥品：

理論：(Theory of the Experiment)

方法：(簡單圖畫，短捷詢句；手續說明。須自作辭句，勿抄襲書本)。

觀察與計算：(多採用整齊之表格)。

結果：(概括說明結果之優劣的原因及改善法)。

答案：(教本中問題及其他教員指定之問題)。