

化學實驗

復興高級中學教科書

化 學 實 驗

王義珏 陳永豐 編著
金仲眉 蔣芹

商務印書館發行

萬國原子量表

1940

元素名	符號	原子序數	原子量	元素名	符號	原子序數	原子量		
鋁	Aluminium	Al	13	26.97	鉬	Molybdenum	Mo	42	95.95
銻	Antimony	Sb	51	121.76	釷	Neodymium	Nd	60	144.27
氬	Argon	A	18	39.944	氖	Neon	Ne	10	20.183
砷	Arsenic	As	33	74.91	鎳	Nickel	Ni	28	58.69
銻	Barium	Ba	56	137.36	氮	Nitrogen	N	7	14.008
鈹	Beryllium	Be	4	9.02	銻	Osmium	Os	76	190.2
鉍	Bismuth	Bi	83	209.00	氧	Oxygen	O	8	16.0000
硼	Boron	B	5	10.82	鈀	Palladium	Pd	46	106.7
溴	Bromine	Br	35	79.916	磷	Phosphorus	P	15	30.98
鎘	Cadmium	Cd	48	112.41	鉑	Platinum	Pt	78	195.23
鈣	Calcium	Ca	20	40.08	鉀	Potassium	K	19	39.098
碳	Carbon	C	6	12.010	鐳	Praseodymium	Pr	59	140.92
鈰	Cerium	Ce	58	140.13	錒	Protactinium	Pa	91	231
銻	Cesium	Cs	55	132.91	鐳	Radium	Ra	88	226.05
氯	Chlorine	Cl	17	35.457	釷	Radon	Rn	86	222
鉻	Chromium	Cr	24	52.01	銲	Rhenium	Re	75	186.31
鈷	Cobalt	Co	27	58.94	銲	Rhodium	Rh	45	102.91
鈷	Columbium	Cb	41	92.91	銲	Rubidium	Rb	37	85.48
銅	Copper	Cu	29	63.57	銲	Ruthenium	Ru	44	101.7
鐳	Dysprosium	Dy	66	162.46	銲	Samarium	Sm	62	150.43
銲	Erbium	Er	68	167.2	銲	Scandium	Sc	21	45.10
銲	Europium	Eu	63	152.0	銲	Selenium	Se	34	78.96
銲	Fluorine	F	9	19.00	銲	Silicon	Si	14	28.06
銲	Gadolinium	Gd	64	156.9	銲	Silver	Ag	47	107.880
銲	Gallium	Ga	31	69.72	銲	Sodium	Na	11	22.997
銲	Germanium	Ge	32	72.60	銲	Strontium	Sr	38	87.63
銲	Gold	Au	79	197.2	銲	Sulfur	S	16	32.06
銲	Hafnium	Hf	72	178.6	銲	Tantalum	Ta	73	180.88
銲	Helium	He	2	4.003	銲	Tellurium	Te	52	127.61
銲	Holmium	Ho	67	163.5	銲	Terbium	Tb	65	158.9
銲	Hydrogen	H	1	1.0080	銲	Thallium	Tl	81	204.39
銲	Indium	In	49	114.73	銲	Thorium	Th	90	232.12
銲	Iodine	I	53	126.82	銲	Thulium	Tu	63	158.4
銲	Iridium	Ir	77	193.1	銲	Tin	Ti	50	118.70
銲	Iron	Fe	26	55.85	銲	Titanium	Ti	22	47.90
銲	Krypton	Kr	36	83.7	銲	Tungsten	W	74	183.92
銲	Lanthanum	La	57	138.92	銲	Uranium	U	92	238.07
銲	Lead	Pb	82	207.21	銲	Vanadium	V	23	50.95
銲	Lithium	Li	3	6.944	銲	Xenon	Xe	54	131.3
銲	Lutecium	Lu	71	174.99	銲	Ytterbium	Yb	70	173.04
銲	Magnesium	Mg	12	24.32	銲	Yttrium	Y	39	88.92
銲	Manganese	Mn	25	54.93	銲	Zinc	Zn	30	65.32
銲	Mercury	Hg	80	200.31	銲	Zirconium	Zr	40	91.22

編輯大意

- 一 本書係根據教育部課程標準及參照江蘇教育廳編印之教學進度表而輯成。
- 二 本書編制注重歸納法，每一實驗必先慎詳觀察，方得推出結論，適合啓發之教學而無盲從之惡習。
- 三 本書內容以着重觀察及探討者爲多，俾使學生於教室內所獲之知識得有實地證驗之機會。
- 四 本書關於定量方面之材料亦不在少數，以冀學生思考精密，操作準確，以矯正一般青年粗心大意及敷衍了事之通病。
- 五 本書上實驗結果，均以空格令學生填入，既可隨做隨填，又可免作冗長之報告，是實化學實驗教本之創格。
- 六 本書內每個實驗後，必附習題五則，大都新穎創作，以簡單詞句即可解答，藉此溝通實驗與教本之關係。最後列討論一項，俾便學生實驗完畢後，任意探討，自由發表其心得或疑異。
- 七 本書內應用之儀器藥品，均擇最經濟而最普通者，以便中等學校之財力，易於設備。
- 八 本書用活葉裝訂，於每個實驗之第一頁右上角，印有標籤 學 做完一實驗，即行抽出，用夾針夾好，填寫姓名，組別，日期，繳於教師，然後離開實驗室。
- 九 本書內一切化學名詞及術語，悉照民國二十一年十一月教育部公佈之命名原則，確爲應用最新標準名詞之第一部化學實驗教本。
- 十 本書經中等學校化學教員多人從事編輯，屢經修改而成，結果尙稱滿意，但以匆促付梓，謬誤之處，在所難免，尙乞海內鴻儒，不吝指正爲幸。

二十三年一月編者識

目 次

編輯大意

實驗須知

(1) 實驗時之注意事項	1
(2) 實驗時意外事件之處理	2
(3) 應用儀器藥品之說明	3
(4) 實驗前之準備	3
(5) 普通應用儀器圖	4

實 驗

(1) 基本手術練習 加熱裝置及玻管使用法	5
(2) 物理變化與化學變化	9
(3) 氧	15
(4) 氫	21
(5) 水	25
(6) 臭氧及過氧化氫	29
(7) 求氯酸鉀中氧之百分數 求氧一升之重量	33
(8) 化合物簡式之測定	37
(9) 炭及二氧化碳	39
(10) 氮及空氣	43
(11) 定比定律及倍比定律	47
(12) 溶液	51
(13) 氯	55
(14) 氯化氫 鹽酸	59
(15) 酸 鹼 鹽	63
(16) 鹵素及其氫化合物	67
(17) 硫及硫化氫	71
(18) 二氧化硫及亞硫酸	75

(19) 硫酸	79
(20) 氨及其化合物	83
(21) 硝酸	87
(22) 膠體	91
(23) 平衡 電離 金屬之電動力次序	95
(24) 磷 砷 銻	99
(25) 碳化氫 火焰	103
(26) 碳水化物	109
(27) 蛋白質 油脂	113
(28) 肥皂及去污法	117
(29) 香料及化粧品	121
(30) 鉀鈉及其化合物	125
(31) 銅汞及其化合物	129
(32) 銀及其化合物	133
(33) 鎂鋅及其化合物 鹼土金屬化合物之火焰反應	137
(34) 鋁及其化合物	141
(35) 硬水與軟水	145
(36) 錫鉛及其化合物	149
(37) 鐵及其化合物	153
(38) 鉻與錳之化合物	157

附 表

(1) 每組普通用儀器表	161
(2) 本編應用儀器統計表	162
(3) 公用儀器表	163
(4) 本編應用藥品統計表	163
(5) 水蒸氣之壓力表	166
(6) 萬國原子量表	167

高級中學教科書

化學實驗

實驗須知

(1) 實驗時之注意事項

1. 學期開始，分組既定，每組向儀器室領取普通應用儀器一組。先將其名稱及用途一一認識，然後照單檢點，並洗淨鎖入指定之櫃內。
2. 每人預備實習衣或舊長衫一件，以備試驗時穿著。
3. 在實驗前須將本次實驗之內容詳細閱讀以免臨時慌張。對於書上提出之注意點尤須特別留意免生危險。
4. 每次實驗時僅將本實驗所需用之儀器移置桌上，不必全數搬出。
5. 公用藥品或儀器置有定所，切勿移置他處。
6. 取用藥品不宜超過書上所載之量，若有剩餘，切勿傾還原瓶。
7. 凡取用固體須帶角匙，取用液體須帶量筒。
8. 酸鹼及一切殘餘物品須置特設之小缸中，切勿隨意亂拋，更不宜傾入水槽。
9. 用過之藥品，以後可復用者，經教師說明後，須置規定之器具中。
10. 實驗時所得之生成物，經教師說明須保留者，當置規定之器具中。
11. 試驗時須專心一志，詳細觀察所生現象。
12. 試驗時手續須敏捷，但勿魯莽。
13. 使用藥劑務必留意，勿觸皮膚或衣服。
14. 試驗既畢，將所用儀器一一洗淨，置櫃內，並須加鎖。
15. 報告須用鋼筆填寫清楚，隨試隨填，據實報告，切勿參考他人之結果。試驗時若有心得或疑異，則寫在討論項下。姓名，組別及試驗日期不可忘填，填畢交與教師，然後離室。
16. 若遇意外事件發生，應立即報告教師。

(2) 實驗時意外事件之處理

1. 若遇酒精燈倒翻而着火，即速覆以潮溼抹布，火自熄滅。
2. 若磷着火而劇燃，則速覆上潮溼細砂，火即熄滅。
3. 若眼中濺入酸類，當先用溫水洗滌，次用 0.5% 之酸性碳酸鈉溫和溶液洗之，最後用紗布拭乾而滴入橄欖油數滴。
4. 若眼中濺入鹼類，則用溫水洗滌後，再用 3% 之硼酸溫液洗之，以紗布拭乾，滴入橄欖油數滴。
5. 皮膚若被小刀或玻管制傷，則先取出玻屑，用淨水洗滌傷處，塗上碘酒，然後用紗布包裹之。
6. 若皮膚遇着強酸，則先用冷水洗滌，次以酸性碳酸鈉之飽和溶液洗之，用紗布拭乾後，並塗以消毒之凡士林而包裹之。
7. 若皮膚遇着強鹼，則用水洗滌後，再以硼酸之飽和溶液洗之，末後用紗布拭乾，並塗上消毒之凡士林而包裹之。
8. 若皮膚被火灼傷，則於傷處塗上苦味酸溶液以止痛，然後拭乾，再塗上消毒凡士林而包裹之。
9. 在實驗時，若因中毒而突然昏倒，則令該生靜坐凳上，頭俯向下，用冷水噴灑。若又無效，則以氨水或茴香精置鼻處刺激之，當可蘇醒。
10. 若誤嗅或誤觸有毒藥品，應先明解除之方法而消解之，如不能自己處理，當請醫生診察。

(3) 應用儀器藥品之說明

1. 本編記量所用單位，採用萬國公用制。即重量用克 (g.)，長度用厘米 (cm.)，容量用立方厘米 (c.c.)，溫度用百度計 (C.)。
2. 加熱用之本生燈，在無煤氣設備之學校，改用酒精燈。
3. 各實驗所用燒杯，分大中小三種，大者容量為 500 c.c.，中者 250 c.c.，小者 100 c.c.，且用中燒杯時，往往並不註明。
4. 實驗中所用燒瓶，概註明其容量，有未註明者，即指其容量為 250 c.c. 而言。
5. 凡用鐵架，必附鐵環及鐵夾，故在儀器項下，二者並不詳載。
6. 火柴，抹布，試管刷，水及其他一切洗滌用具，為每次實驗所必需，故在儀器

項下，略而不述。

7. 每實驗中所用之儀器，分組用及公用兩種，其公用者由教師臨時說明，放置公共處所。

8. 各實驗所用之藥品，其未註明“溶液”字樣者，概屬其原來之狀態（固體，液體或氣體）。

9. 各種酸之濃度，凡註明（濃）者，以市上出售之純酸為標準。（淡）者，濃度約為 $1N$ 。至無所註明，則其濃度為 $6N$ 。

10. 各種鹼之濃度，以 $12N$ 為（濃）， $1N$ 為（淡），並不註明者，為 $6N$ 之溶液。

11. 其他各種藥品之溶液，其濃度若並無特別註明，概定為 10% ，難溶者，取用其飽和溶液，否則當附註清楚。

12. 本編凡有用特種溶液時，其製備方法隨即附有說明。

（4）實驗前之準備

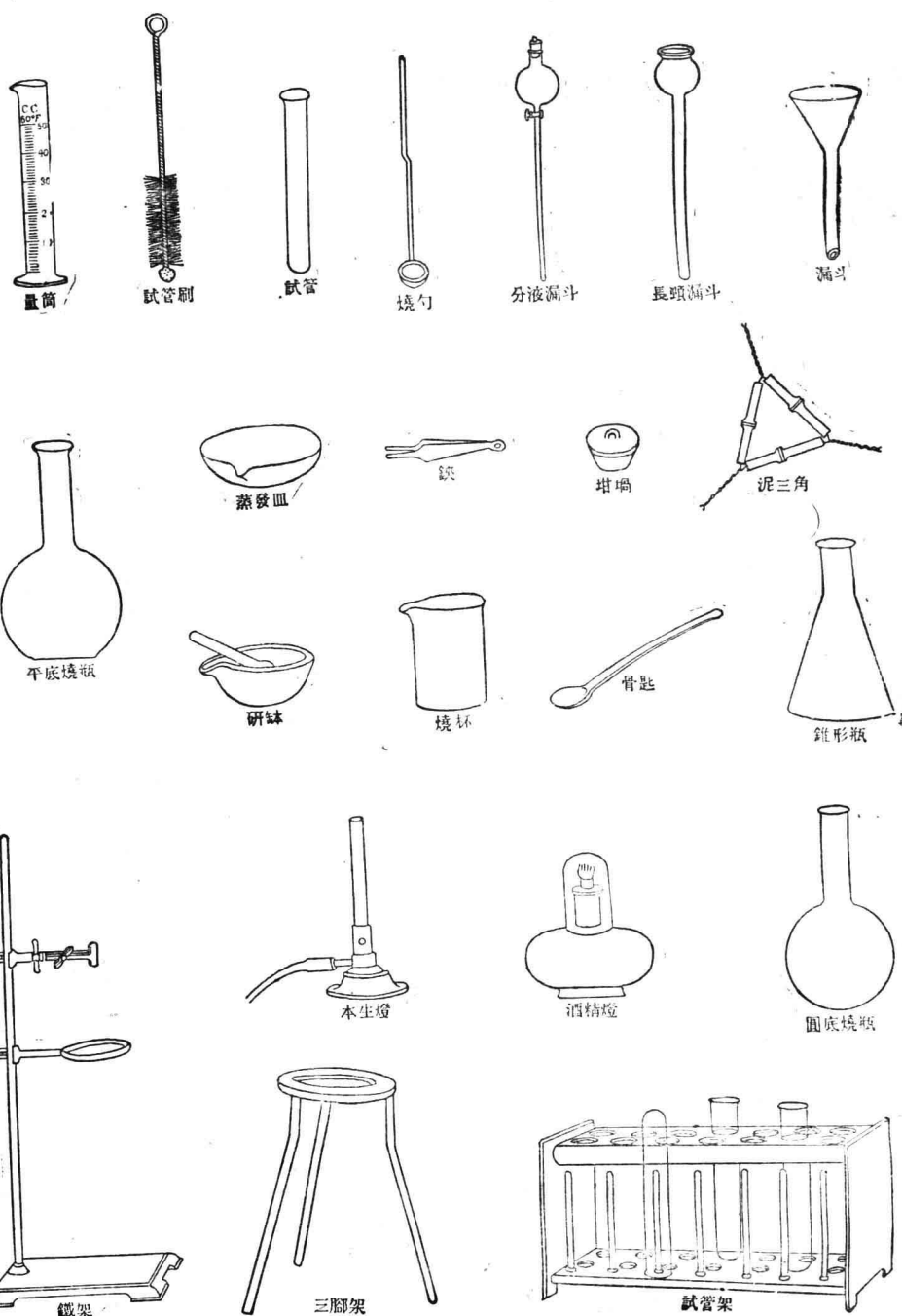
1. 分組 在第一次實驗時，先將全體學生分為若干組，每組配有固定位置，若人數在二十人以下，則以一人一組為原則，若人數在二十人以上，四十人以下，則以二人一組為原則，非至萬不得已，不得三人合組。其分組辦法，則由學生自由組合，或由教師指定均可。

2. 分發儀器 分組既定，每組即向儀器室領取所發之普通應用儀器（詳載附表）一組，一一妥置桌上。

3. 儀器之檢點 將桌上所領取之儀器，照儀器室所發之儀器表，逐一檢點。如遇缺少，立即向儀器室補領。同時將各種儀器之名稱及用途，詳為認識，至其使用方法尤當注意，又如燒杯及試管等之容量，亦當約略測知。

4. 儀器之洗滌 所發之儀器，往往污濁不堪，學生當逐一加以洗滌。其法先用清水洗之，若經數次而仍不潔，則以鉻酸洗滌劑（重鉻酸鉀 $2g$ ，溶於 100 c.c. 之濃硫酸中）試之，當即潔淨。至於特種污物，可用特種藥劑去除之，其法由教師臨時指導。洗滌既畢，即全數移置櫃內，加鎖保存。

(5) 普通應用儀器圖



實驗 1.

化學實驗

姓名——組別——

試驗日期——

評閱日期——

評定等第——

基本手術練習 加熱裝置及玻管使用法

實驗範圍 考察本生燈(或酒精燈)之構造與焰之各部溫度 玻管之截斷 玻管之彎曲引細與作尖嘴之各項改造 玻棒之製備 木塞之鑽孔 洗滌瓶之裝置。

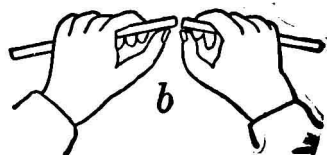
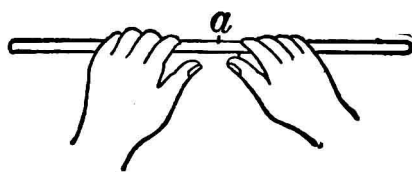
儀器藥品 本生燈(或酒精燈)一; 鐵絲網一; 玻管(長 57 cm.)一; 三角銼一; 廣焰器一; 玻棒(長約 20 cm.)一; 木塞壓榨器一; 米尺(自備)一; 鑽孔器一。蒸餾水。

實驗手續 [1] 考察本生燈之構造與焰之各部溫度 取本生燈一具, 詳細考察其構造, 如氣體之通路, 節制之方法等, 並拆下燈管而研究之。重裝燈管旋開活門燃點之, 其時須由管底小孔輸入多量空氣以(), 試使此氣孔增大, 則火焰增長, 燃燒旺盛而呈()色, 試使氣孔漸次減小, 終至閉沒, 則火焰短縮, 發()光而()。如無本生燈, 取一酒精燈考察之。從鐵絲網之邊抽取鐵絲一條, 於焰中各部熱之, 某處達紅熱最快即某處溫度最高。根據觀察之結果, 知 *a* 部黑暗無光為未燃之氣體, 溫度較其他二部為()。 *b* 部光量最(), 有未燃燒碳粒存在, 溫度亦較 *a* 部為()。 *c* 部則完全燃燒, 光較 *b* 部為(), 但溫度為各部之()。



另用火柴插入各部試之, 亦得()結果。

[2] 玻管之截斷 取長為 57 cm. 之玻管一根, 平置桌邊, 以左手拇食兩指緊持離開一端 25 cm. 處, 略稍偏左, 右手執三角銼, 以銳稜正對欲截處向前或向後劃一深痕(一次不成, 可反復行之), 然後持管如圖 2, 兩手之拇指恰在劃痕之後, (劃痕後襯以布片, 則更為安全) 加以微力, 則玻管應手折為兩段。如法再將 32 cm. 長之一段, 截成長 20 cm. 及 12 cm. 之兩根。此時新截口極鋒利, 有傷手指及皮管之虞, 須置火焰中灼燒, 使之光滑。



[3] 玻管之彎曲引細及作尖嘴

■ 2

(5)

之各項改造

(a) 玻管之彎曲 兩手橫持12 cm. 長之玻管，將8 cm. 處置火焰中溫度最高之部熱之，時常將管旋轉，使溫度平均，火焰須大。如所用者為本生燈，宜加廣焰器（如圖3）。

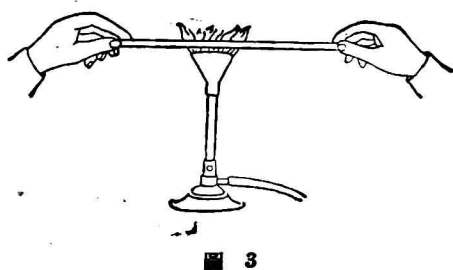


圖 3

迨玻管柔軟，移出火焰而徐曲之成約 110° 之鈍角（如圖4a），角之內外須得適合之彎曲，如圖5a；b及c係受熱不勻而成之畸形。如法將25 cm. 長之玻管於離開一端3 cm. 處彎成約 70° 之銳角，如圖4b。將此兩曲管平置桌上時，當兩管下部成平行時，上部應在一直線上。

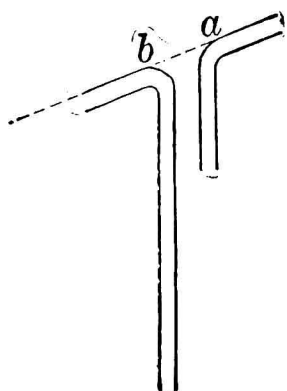


圖 4

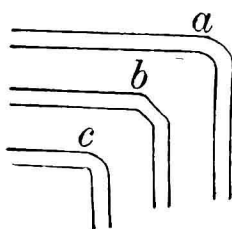


圖 5

(b) 玻管之引細及作尖嘴 將長20 cm. 之玻管，於距一端5 cm. 處置火焰中強熱之，迨管壁凝厚，管徑縮小如圖6a，於焰外引長之成圖6b之形，冷後於最細之處截開。亦將截口燒成圓滑，但不應閉塞。短者用於洗瓶，長者可作滴管，留備後用。



圖 6

(4) 玻棒之製備 取長約20 cm. 粗細適宜之玻棒一根，將兩端於焰中灼燒之，即圓滑無稜，可免割傷品皿之患。

(5) 木塞之鑽孔 取與平底燒瓶適合之軟木塞一枚，於木塞壓榨器中輕輕旋轉壓之。待其柔軟，則木塞四圍與瓶頸可完全（ ）。預備既畢，則開始鑽孔。

法爲將木塞反置桌上（直徑較小之一端向上），擇一直徑較玻璃管直徑稍小之鑽孔器一枚，左手執木塞，右手持鑽孔器，於木塞上之適當部分，垂直旋轉下鑽，即成一孔。如法再鑽一孔如圖 7。（若改用橡皮塞則更佳）

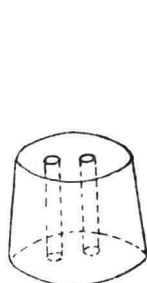


圖 7

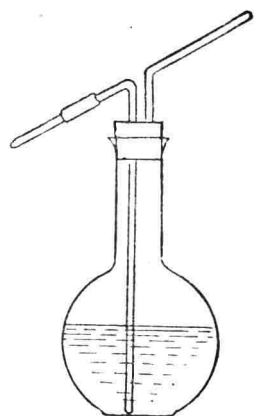


圖 8

〔6〕洗滌瓶之裝置 洗淨平底燒瓶，盛蒸餾水若干，將以上各實驗中所預備之兩曲玻璃管及木塞如圖 8 配上。再取皮管約 2 cm.，裝上尖嘴，洗滌瓶即成。（洗滌瓶最好用橡皮塞）

問 題

〔1〕 火焰之溫度爲何不與光亮之程度一致？

答

〔2〕 截斷玻璃管時，左手夾持之處，須略偏於欲截斷處之左，何故？

答

〔3〕 玻璃棒與玻璃管之鋒稜灼熱後，則變光滑，何故？

答

〔4〕 粗玻璃管可否與細玻璃管用同一方法截斷之？

答

〔5〕 設計檢驗洗滌瓶是否漏氣。

答

討 論

實驗 2.

化學實驗

姓名——組別——

試驗日期——

評閱日期——

評定等第——

物理變化與化學變化

實驗範圍 元素及化合物之性質與認識 物理變化與化學變化 混合物與化合物

量筒使用法 蒸發過濾傾倒之手術。

儀器 試管六；試管架一；量筒一；玻棒一；表面玻璃一；磁石一；蒸發皿一；本生燈(或酒精燈)一；漏斗一；漏斗架一；乾燥箱一；研鉢一組；三腳架一；鐵絲網一；燒杯一。

藥品 二硫化碳；鐵粉；木炭粉；硫酸(濃)；硝石；硫化鐵；硝酸銀溶液；食鹽；黑火藥；糖；濾紙二；硫黃粉(菱形硫)。

實驗手續 (1) 元素及化合物之性質與認識

(a) 元素

(i) 硫 置硫黃粉如綠豆大小之一撮於乾潔試管內，法用紙條摺成如圖 1(a)之形狀，將硫黃粉置於紙槽之一端，伸入管內，然後直立試管輕震之，則硫黃粉墮至試管之底部，如圖 1(b)。若欲平鋪管側，可斜持試管而爲之，如圖 1(c)。然後以量筒量清水 5 c.c. 傾入管內，用力震盪之，硫黃()溶解。使用量筒，有一定手續與方法，不可有誤。傾倒液體，亦有數事，必須注意。凡液體由一器傾入他器時，應令二器之口互相緊接，如不能，應照圖 6，以玻棒貼緊杯口，使液體沿棒而下，不致濺出或黏附器壁。若注液體入試管或量筒，應以左手持試管稍向右方傾斜，右手持瓶，依圖 2 行之。瓶塞如爲平頂，以左手之小指無名指與手掌夾持之；如爲尖頂，則夾持於右手食指與中指或中指與無名指之間，左右手仍可執瓶持管，毫無妨礙，動作仍甚靈便。

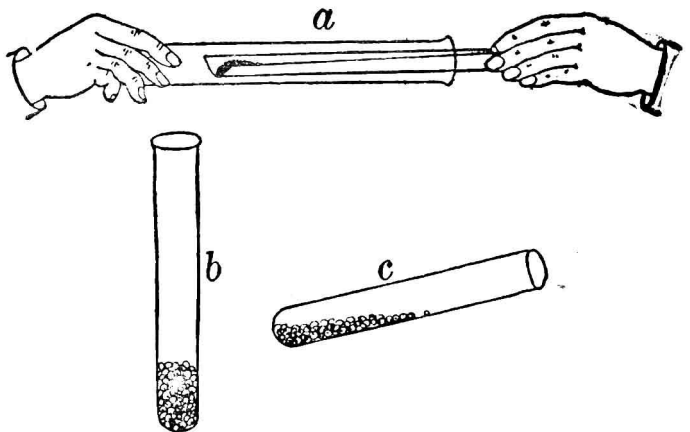


圖 1

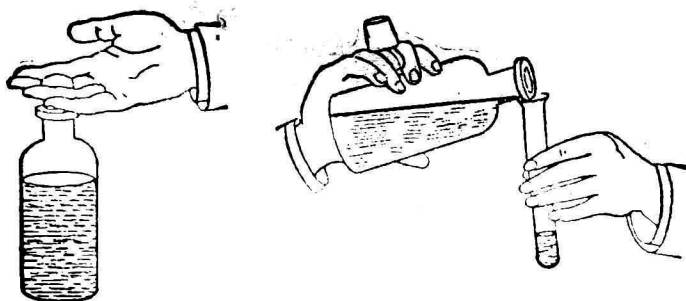


圖 2

測液體在量筒內之量，視線須與液面之間部相齊，如圖 3。另取試管一枚，亦裝硫黃粉如綠豆大小之一撮，加入約 5 c. c. 之二硫化碳，以手指掩管口震盪之，硫黃()成()溶液。將此溶液傾於極清潔之表面玻璃上，置通風櫥內，令其自行蒸發，俟二硫化碳蒸發完畢，檢視之，得菱形晶硫，以火燃之，有()性之臭。

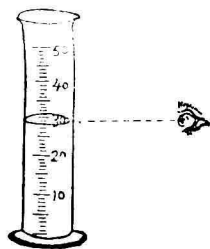


圖 3

(ii) 鐵 取鐵粉少許，平鋪白紙上，以磁石接近之，結果鐵粉悉()於磁石之上。

(iii) 碳 取試管二枚，各裝木炭粉約黃豆大小之一撮，分別加入二硫化碳及水各 5 c. c., 劇烈震盪之，兩管之炭粉均()溶解。

(b) 化合物

(i) 硝石 硝石(硝酸鉀)為()色固體，嘗之其味()。取試管兩枚，各裝硝石如黃豆大小之一撮，分別加入二硫化碳及水約 5 c. c. 而震盪之，結果硝石()溶於水而()溶於二硫化碳。另取硝石少許，置試管中，加入濃硫酸一二滴，微熱之，有()色煙霧發生。

(ii) 硫化鐵 取硫化鐵一小塊，置試管內，加入鹽酸六七滴，有氣體發生，以手招氣入鼻，其臭如()。

(iii) 糖 糖色()，味()，()溶於水。

(iv) 食鹽 食鹽色()，味()，加黃豆大小一撮之食鹽，於盛有四分之一水之試管中，震盪之，即()，得()色透明液體。加入硝酸銀溶液四五滴，有()色沉澱生成。

(2) 物理變化 混合物

(a) 置潔白食鹽約 10 c. c. 於小燒杯內，加水溶之，(所用之水量，以足使食鹽完全

溶解爲度)，得()色透明溶液。然後傾入蒸發皿內，如圖 4，加熱蒸發，待其將乾，移動火焰，以防固體之迸炸。從皿中取白色結晶一二粒嘗之，味()。按照實驗(1)(b)(iv)所示，再試之，得()樣結果，證明其仍爲食鹽無疑，故食鹽之溶解，僅屬()變化而已。

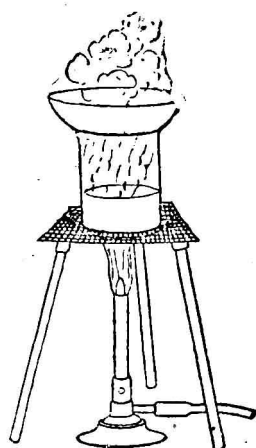


圖 4

(b)取黑火藥約 1 c.c. 置試管中，加水約 15 c.c.，用力震盪之，或用玻棒攪拌，過濾，將不溶物分開。過濾之法，取濾紙一張，依直徑對摺如圖 5 (b)。再依直角二重對摺如圖 5 (c)，展開之則成一圓錐形，配入漏斗中如圖 6，須緊密附着於漏斗之壁。如不可能，可將圖 5 (c) 之摺痕稍斜。濾紙之大小，視沉澱物及液

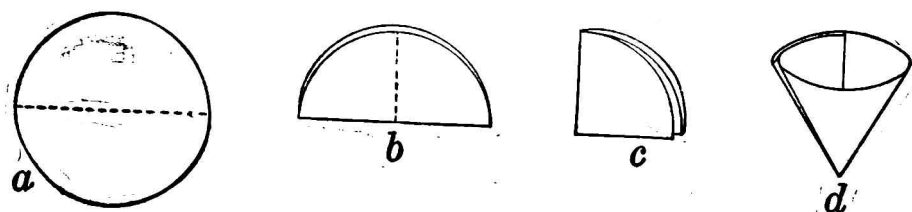


圖 5

體之量而定，不可過大。漏斗之大小，當濾紙放入後，紙之邊緣須在漏斗邊之下。預備既畢，置漏斗於架上，漏斗下置一清潔蒸發皿，以備接受濾液，皿邊適與漏斗下端接觸，否則液體有濺出之患。旋將玻璃杯內之沉澱及液體，依圖 6 之方法，傾入濾紙之上，液體滲過濾紙而達蒸發皿，皿中溶液無色透明，灰黑色固體留於濾紙之上。將此灰黑色固體連同濾紙一同置入乾燥箱(圖 7)中乾燥之，濾液置蒸發皿中(如圖 8)蒸發之，得()色

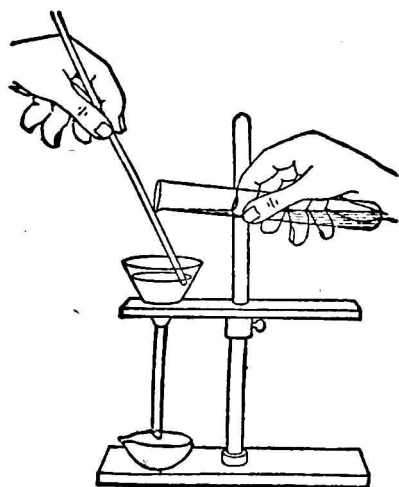


圖 6

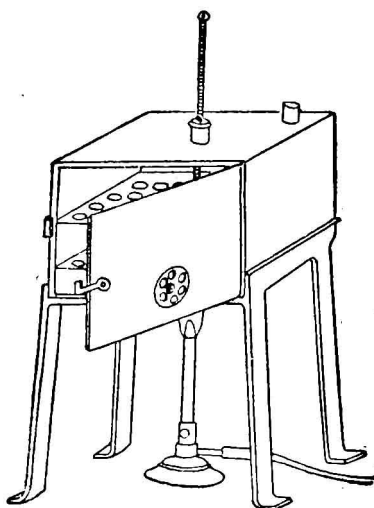


圖 7