

第二集第九編

教育叢書



商務印書館發行

# 教育叢書第二集總目

- 第一編 自學自習法  
附錄 豫習復習之價值
- 第二編 教授時間之研究  
附錄 省時之教授
- 第三編 教育的發問法  
附錄 問答式
- 第四編 兒童研究  
附錄 個性型  
附錄 疲勞說  
附錄 摹倣說
- 第五編
- 
- 第六編 比奈氏智能發達診斷法
- 第七編 學校管理法
- 第八編 小學校救急法  
附錄 理化新教授法
- 第九編 最新理化教授法  
附錄 簡易實驗 理化器械製造法
- 第十編 職業教育論
- 第十一編 天才教育論
- 第十二編 裴司泰洛齊傳  
附錄 斐希脫傳

教

育

# 教育叢書第二集第九編目次

實驗  
簡易  
理化器械製造法

## 上篇

玻璃管細工

馬口鐵細工

燒瓶厚玻璃瓶試驗管等之洗法

木塞穿孔法

洗瓶製法

空瓶造酒精燈法

目次



80694724

輕便之起塞鑽

簡易之吹管

塞門德類之製法

物質之性質

下篇

空氣

養氣

水

輕氣

炭酸氣

教

育

叢



實驗簡易  
**理化器械製造法**

上篇

玻璃管細工

(一) 玻璃管切斷法

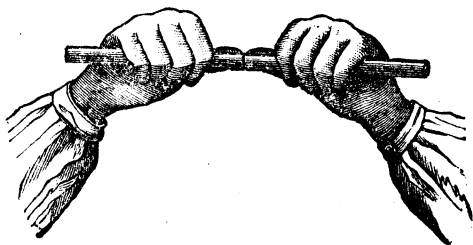
普通實驗用之玻璃管。以曹達玻璃所製口徑一分半左右。厚三釐許者。為最適當。本篇所稱細玻璃管。其大準此。

切斷玻璃管法。以管橫置案上。左手拇指之指甲捺欲斷之處。而以拇指食指緊握之。將三角銼(普通銼亦可)之銳稜

理化器械製造法

著管。使成直角。用力向前銼一二次。如圖以銼痕置前。並兩拇指於其後。以兩手握而斷之。其斷處即有銼痕處也。玻璃管之切口。必有鋒稜。須以酒精噴燈之燄或用酒精燈之吹管吹而融之。或以銼磨去其稜。必不可。否則將破木塞之孔。或毀橡皮管。並傷及手指。

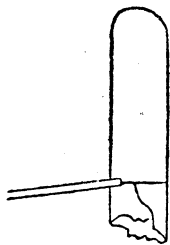
圖 一 第



直徑四分以上粗玻璃管之斷法。先於欲斷之處四圍劃一

黑線。於離線五六分處旋轉於酒精燈細燄之中。注冷水二  
三滴。則管必碎裂而斷。乃如圖以紅熱之玻璃桿（細玻璃  
管之一端熔而閉其管口亦可用）置距裂線一分許處。以  
導裂線至當桿處爲止。如是數次。  
即得於所需處斷之。燒瓶厚瓶等。  
用此法皆可斷。

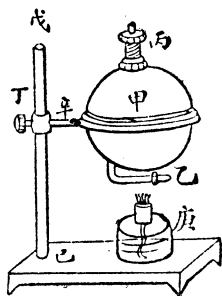
第 二 圖



（二）酒精噴燈之用法。酒精噴燈。又曰自噴燈。一曰自吹燈。  
作玻璃管細工時。此燈最爲便利。其構造如圖（甲）爲空球。  
納酒精其中。（乙）爲曲管。一端深入球中。一端有細孔。爲球

中所生酒精蒸氣之出路。(丙)  
 注入酒精之口。裝安全瓣。(丁)  
 螺旋。旋而寬之。則(辛)之鐵環  
 下降。球亦同下。以爲隨意使球  
 高低之用。(庚)爲酒精燈。(己)爲載燈之臺。(戊)其柱也。  
 此燈用法。先注酒精四分之一或三分之一於球中。加安全  
 瓣。令高低適度。乃燃酒精燈熱球底。俟酒精之蒸氣十分噴  
 出。使球略下。燄成水平狀。然後進退酒精燈。使燄之大小適  
 當。燈近柱則燄細。遠則粗。又球之高低。與燄亦有關係。高則

圖 三 第





細。低則粗也。

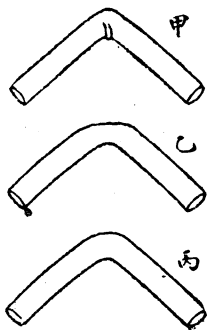
注意。用酒精噴燈最當注意者。須檢球內酒精之有無。酒精已無。熱之不已。曲管必脫落。又酒精過多。則距蒸氣噴出。爲時甚久。是爲浪費時間。

(三) 玻璃管彎法。用兩手拇指及他指持玻璃管。使水平。斜入燄中。用指旋轉之。兩腕徐向左右展動。於欲彎之處。左右四五分之間。熱之。惟所彎之面。加熱須較對面爲多。俟其既軟。能以本體之重量向下彎曲。乃出諸燄中。兩手相等用力。徐徐彎之。若彎之過驟。則當如第四圖之甲。僅熱小部分。當

如乙。故少彎之後。必再熱再彎。如是數次。方得如丙。甲乙管孔少狹。氣體液體之流通。當微有障礙。曲管除特別需用外。當令管之兩部分在同一平面內。

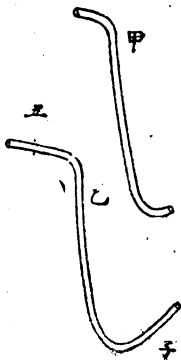
如造第五圖甲之曲管。則依前法。先造圖中乙管。在子丑虛線處斷之。並熔兩端之稜。

第 四 圖



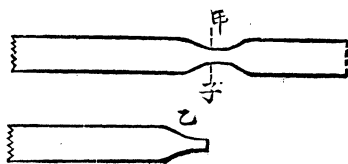
六

第 五 圖



(四)製玻璃管一端之尖口。以玻璃管入  
 燄中旋轉之。使周圍熱度均勻。俟極軟。其  
 處已略細。乃出諸燄中。使管成水平。徐徐  
 旋轉。且徐徐向左右引伸。如六圖甲。既冷。  
 在子之虛線處切而斷之。並熔切口之稜  
 如乙。

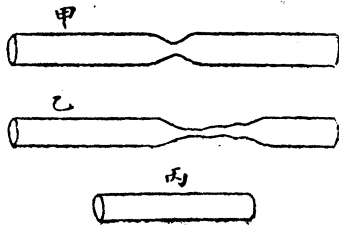
圖 六 第



(五)閉玻璃管之一端。用吹管吹酒精噴燈之燄或酒精燈  
 之燄於管上約長三四分許之部分。加以強熱。俟其極軟。出  
 諸燄中。略引長之。如七圖甲。次以管之最細部分入於至細

之燄中。徐引長之如乙。更熱其最細部分。則管必熔而斷。尖端如球。切口可閉。更以閉端入燄而旋轉之。熱至微紅。則閉端收縮而壁厚。是時急出自燄。用口徐徐吹氣入之。可如丙圖。一次不成。可熱數次。若熱之太過。或吹時太用力。則

圖 七 第



閉端必生球。宜用無用之玻璃管反復練習。以臻純熟。

(六)玻璃管之接合。選極均勻之粗玻璃管。甲管之一端。插入木塞。一端與乙管之端同時旋轉而熱之。俟其極軟。將兩

端輕壓而連合之。復少引長。即能粘合。更入燄中。由開端吹入空氣。且旋轉且引伸之。可無接續之痕。

(七)擴大玻璃管之一端。將玻璃管之一

端徐徐旋轉而燒熱之。俟極軟。乃出諸燄中。以一端削成圓錐形之木炭。插入旋轉之。使能如九圖之乙。木炭須粗於管。而極乾。如難得適當之炭。則用粗鐵絲烘熱塗蜜蠟壓入管口。

圖 九 第

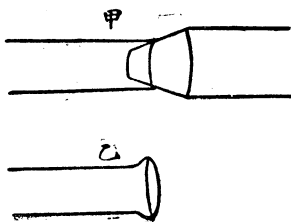
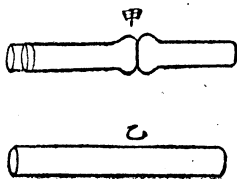


圖 八 第



亦可。試驗管及燒瓶等口。均可以此法擴大之。

### 馬口鐵細工

(二) 鑷 常用之鑷。爲白鑷黃銅鑷。

(甲) 白鑷 爲錫鉛之合金。其比例錫八分至五分。鉛二分至五分。錫愈多則用愈易。效力亦大。馬口鐵外。黃銅、鐵、銅、銀、錫、鋅(一名亞鉛)等。皆可以此鑷鐸之。

(乙) 黃銅鑷 爲銅與鋅之合金。鐸銅及黃銅等分。較諸普通黃銅。(銅七分至六分。鋅二分至四分) 鋅爲稍多。惟鋅愈多。用之愈易。而不甚堅。製法置

第十圖



黃銅之細片於鐵鍋或坩堝中熱之。熔解後加鋅。甫及熔融。卽取出放冷。及其熱時。碎爲粉末。用時。每鎰一兩和入燒礪砂二錢至三錢。加水調之如泥。

(丙)燒礪砂之製法 用鐵或馬口鐵板折爲四方形。置礪砂之結晶於中。另用馬口鐵片覆其上。以本炭之文火徐熱其上下。發沸聲時。則漸膨脹。沸聲既止。離火取出。

(二)綠化鋅液 製法用濃鹽酸。(工業用者亦可)加水二三倍解而薄之。溶解鋅片於中。使之飽和。此液著馬口鐵片。有現黑色者。乃尙剩未作用於鋅之鹽酸之故。當再加鋅。綠化

鋅之效用。能溶解金屬之酸化物而去之。以清潔其面。故常用於馬口鐵細工。

(三) 鋸法 預清潔欲接合之部分。用長火鉗挾之。塗以綠化鋅液。以適宜燒熱（熱度不足。鐵不熔。過高。鐵熔而不能附著）之。鐵（亦稱烙鐵）之尖端。速蘸綠化鋅液。熔附白鐵。置接合處。使鐵著其上。徐徐引動。鋸畢。以清水洗接合處。銼去餘鐵。

燒瓶、厚玻璃瓶、試驗管等之洗法。

(一) 燒瓶等之洗法。



(甲) 燒瓶厚玻璃瓶等內部蒙塵。清水洗之不去。則用海邊或河底細砂與水少許。納入振盪之。棄細砂。入粗製濃鹽酸。再振盪之。棄鹽酸。更用清水及蒸溜水洗數次。

(乙) 有脂油等附著者。則納炭酸曹達之溫溶液於中。而振盪之。如係燒瓶。可煮沸。

(丙) 炭質之粉末或有機物之炭化者附著其上。先以清水及硼砂洗之。次納重鉻酸鉀之粉末及濃硫酸少許盪之。即去。

(二) 試驗管及燒杯等洗法。

(甲) 洗試驗管。雖有試驗管刷。而下述之法。尤為簡單。選厚壁

之竹製長七八寸徑三四分之圓桿一端包綿用

第十圖



麻絲緊縛之。綿球之大小準管之粗細。以免突破管底。

(乙)燒杯、蒸發皿等置灰或細砂於中。以指頭輕摩擦之。

(丙)細玻璃管繫銅絲於細管刷子(哺乳器所用者爲宜)洗之。

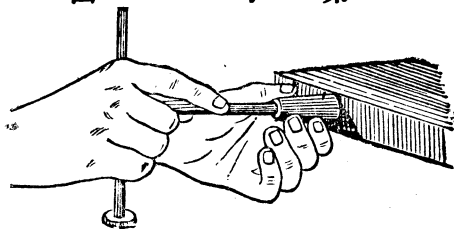
(三)燒瓶等急乾法。以燒瓶當酒精燈上旋轉而微溫之。插玻璃管達其底。以吸出其中空氣。如有鞣韃。則吹入乾空氣以代空氣之吸出。玻璃管置火上至紅熱。尤能速乾。此法厚

瓶燒杯等皆可用。

### 木塞穿孔法

選質密之木塞。以壓搾器壓令極軟。左手持之。以其下端抵案之側面如十二圖。右手置木塞穿孔器於上端之面成直角。旋轉而下。如常法。穿孔器之刃。須小於插入之玻璃管。嫌孔過小。可用圓銼削孔之內面。至略小於玻璃管而止。刃口須銳利。穿孔前須略塗油。無壓搾

圖 二 十 第

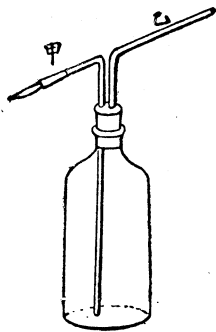


器。則置木塞於案上。用板力壓。且推而轉之。或包之以紙置地板上。以靴底踏而轉之亦可。穿橡皮塞之孔。宜先將穿孔器之端浸酒精中。然後用之。

### 洗瓶製法

取藥瓶之空者或平底燒瓶。選適宜之木塞穿二孔。插入彎玻璃管二。甲管彎至五十度左右。下端達瓶底。上端置有尖端之短玻璃管。長寸許。以橡皮接之。尖端之方向。須能左右如意。

第三十圖



乙管彎至一百三十度左右。下端微出木塞之下而止。如十三圖。

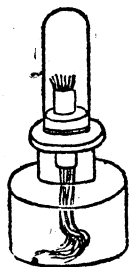
### 空瓶造酒精燈法

取墨水瓶等空瓶。選適合之木塞。插入長八分許之細玻璃管。以白綿紗爲芯。用試驗管之口大者。切而短之。覆其上。以防酒精之揮發。如十四圖。

### 輕便之起塞鑽

於稍大之木螺旋上。捲粗鐵絲長二寸許。用鑼錘固之。可得

圖 四 十 第

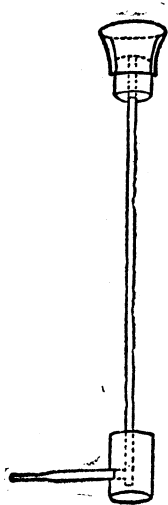


最簡單之起塞鑽。

簡易之吹管

擇質密之木塞。於下端之中央穿孔。深約木塞四分之一。又於側面中央穿孔。達第一孔。第一孔中。插入長七寸許之玻璃細管。及孔之半。側孔中插入長一寸二三分之細管。其端須引長令尖細。惟此細管。須以極難熔之玻璃管爲之。且狹細處壁須令厚。長管之一端。插入木塞。此塞復插入一

第五十圖



端甚闊之短玻璃管中。

備考。下部木塞之縱孔甚深。能使呼氣中水蒸氣凝縮而成之水滴。積於下部。上部之木塞。必嵌於粗玻璃管者。所以便吹氣也。省去亦可。

### 塞門德類之製法

此節所舉塞門德之種類。毋論製造何種器械。皆所必需。且其材料亦甚易得。

### (一) 耐水塞門德

(甲) 重鉻酸鉀粉末一錢、動物膠(即直辣丁)(Gelatin)

六錢。用極少之水浸動物膠一夜。以湯煎溶解之。加重鉻酸鉀之濃溶液。此塞門德曝諸日光。有極堅之耐水性。

(乙)牛乳十二兩。加醋少許。使之凝固。加雞蛋白一個。調之極和。再加熟石灰粉末調和之。令稠度適宜。塗於器具。置空氣中乾後。復以火力乾燥之。此種塞門德。有耐火性。

(二)耐火塞門德

鋅華末過酸化錳末各一錢混和。加水玻璃。使成泥狀用之。此種耐燒紅及熱水。

(三)玻璃與金具接合之塞門德



注水少許於阿拉伯樹膠中。靜置一晝夜。成粘液後。加甘汞（即綠化第一水銀）少許。用明角片在玻璃板上調成泥狀。

（四）油灰

玻璃窗上嵌玻璃於框中之油灰。製法如下。

熟石灰末一錢。裸麥小粉二錢。亞麻仁油假漆一錢。混合調和之。

物質之性質

（一）不可入性。液體固體。實驗法至易。茲故略之。而述液體與氣體之實驗法如次。

甲、於玻璃杯底之內面黏貼白紙一小片。俟乾後。將玻璃杯倒沈入水。紙片不濡。次用玻璃曲管吸出杯中空氣。則水入杯中。紙片立溼。用此法。使知空氣在杯中時。水不能入內。

乙、截一小木片。令得恰入杯底。以蠟或石蠟（亦稱巴拉芬 Paraffin 白色透明之結晶體。似固髮油。在煤黑油中提取者）薄塗之。以防水之沾濡。木片中央穿小孔。立短線香於上。蠟固其根。點火。浮木片於水。以玻璃杯覆之。壓令深入。而火不滅。此爲水不能入杯中之證。

丙、用蠟粘短線香於杯底之內面。燃火。將杯倒沈入水。火亦

不滅。

丁、用墨水空瓶。(或化學用燒瓶) 注非內里普塔里以尼

(以石灰酸與無水那普塔里酸相和加以硫酸熱之至百二十度則生此物爲無色之粉末) 之酒精溶液少許。插一

寸五分許玻璃細管二根於木塞中。以

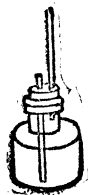
塞其口。如第十六圖。預溶苛性曹達少

許於水。以指捺長管之口。沈瓶水中。瓶

內一無變化。指離管口。則水立入瓶中。而變赤色。

(二) 習慣性、習慣性又曰慣性。或曰惰性。

第十六圖



甲、切厚紙（如洋裝書籍之書面紙）方一寸五分許。滑面向上。置於案之一隅。載銅圓或墨水瓶於其上。以指重彈紙之一邊。紙立飛去。而銅圓仍在十其處。

圖 七

乙、用二碗盛水滿之。相距四五寸。擱一玻璃細管（或杉木箸）如圖。用鐵箸等物重擊管之中央。管折而水不溢。

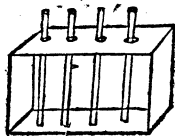
（三）毛細管現象

甲、斷四五寸長之極細玻璃管數根。每根隔五六分。緊縛於



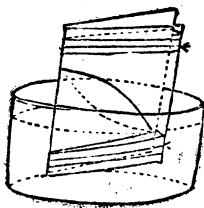
塗白油之木上或馬口鐵片。或用闊五六分之馬口鐵片製一無底之箱。如第十八圖。一面用釘穿數孔。插入細管。盛洋紅等着色水於器內。置管其中。則管中水之高低。因管孔之大小而不同。如十九圖。用闊二寸半高三寸許之玻璃

圖 八 十 第



板兩片。密接其一邊。他邊上下各插甚銳之尖劈一。以線緊縛之。立於液體之中。二板間之距離愈小。液體上昇愈高。而液面成爲彎形。

圖 九 十 第



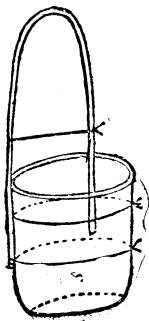
此裝置如置水銀中。二板距離最小處。即水銀面下降最多處。

(四) 力學

甲、運動之第三法則。運物之第三法則云者。二物體間。苟有力作用於其間。則其作用與反作用。其大小相等。其方向相反。

- (1) 於茶杯(或玻璃杯)之外側。緊縛削成長七寸許之竹片一曲其一端。使入茶杯之內。

圖 十 第



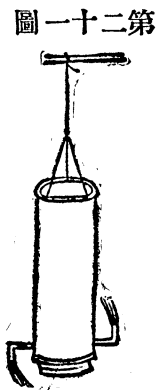
而以綿線或麻線結其中部。使杯內之一端不着杯之內側。如第二十圖。

更用面盆盛水。以此杯平浮其中。此時杯必斜傾。須置細砂少許於內。抑之使勻。以取平均。杯既平浮而靜止。以火柴速燒斷其線。則竹片之一端彈內側至有力。而此杯並不隨所彈之方向而動。

注意。面盆之水不足。則杯不浮。入細砂過多。杯必沈。又所用之杯。務選其薄而輕者。

(2) 截取直徑二寸許之竹。而留其一端之節。於近節之兩側

穿數小孔。插入一端有尖口之玻璃管數根。此管曲之成直角。惟曲管須在截竹筒成直角之平面內。尖口須同一方向。又在竹筒開口之端穿孔三。用細麻絲結而懸之如上圖。此裝置爲巴加氏水輪之模型。竹筒入水。則水由尖口噴出。筒向噴水之方反對旋轉。



(3) 如以洋燈罩代竹筒。則於燈罩之上口選適合之木塞。穿孔數個。插入曲玻璃管數根。如第二十二圖。曲管長二寸



五分許。二處曲之。三部分互爲直角。一端並作尖口。於燈罩之下口結麻線而

懸之。用法同前。

備考。結線後。如塗耐水塞門德於上。則燈罩無脫線之慮。

乙、製桿秤法。截甚厚之竹長八寸許。削爲普通秤桿之狀。

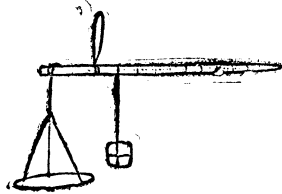
約於全長五分之一處結麻線爲紐。近紐之一端。以厚紙（或馬口鐵板）製秤皿懸之。以銅元或金屬塊小石等結以

第二十二圖



麻線代爲秤錘。置秤錘於秤皿反對之一邊。提其紐而秤桿水平者。應於錘線所在處。結一短線爲零。次將已知重量之物體。(假定其重量爲一斤十兩)載諸秤皿。而桿爲水平者。又於秤錘所在處結一短線。在二短線間。用幾何畫法等分爲二十六。於十六兩處。用一長線或特別記號。以誌一斤之數。欲用此秤秤二斤之物者。可於二十六短線外。更增等分線六。備考。欲秤量大者。則令提紐接近秤皿。或增秤錘之重量。欲秤量小而秤敏活者。

第 二 十 三 圖



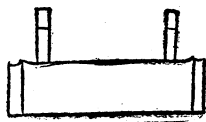
則令提紐遠於秤皿。並減輕秤錘及桿之重量。

(五)液體

甲、水準器之製法。

(1)截直徑一寸許之竹。兩端各留其節。將竹之一面削而平之。在對面近節處各穿一孔。插入長一寸五分許之玻璃細管。一管之口罩橡皮管一。像皮管之一端。插一小漏斗。用紅色水。由漏斗納入竹筒。使昇至兩玻璃管之中部。

第二十四圖



備考。玻璃管與孔之間。如有空隙而水滲漏。則用水調  
 捏之燒石膏、耐水塞門德、粘土、固髮油、蠟、石蠟等物塗之。  
 (2)用長七寸許之玻璃細管。距兩端一寸半處各彎成直角。

以闊一寸半長寸許之板  
 鑿一凹痕如溝。裝管其上。  
 而納紅水於管中。或如第  
 二十六圖。用闊一寸長四  
 寸許之馬口鐵板。就其中  
 央畫一縱線。依此線曲成

圖 五 十 二 第

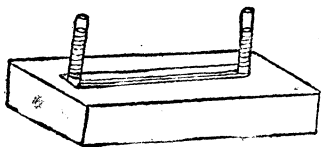


圖 六 十 二 第

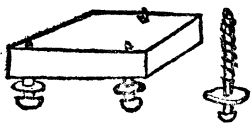


直角。一面平釘於板上。一面穿孔。用細線結曲管於馬口鐵板亦可。

乙、簡易水平臺之製法。

取長一寸二分許之圓頭木螺旋三根。以直徑六分許中央穿孔之馬口鐵圓片。插入螺旋。至近頭處。以鐵固之。更取方五寸厚五分許之板。於甲邊之兩端。旋入螺旋二。於對邊之中央。旋入螺旋一。惟此三孔。須略寬。以指旋轉圓片。則螺旋進退自易。

第二十七圖



丙、連通管之製法。

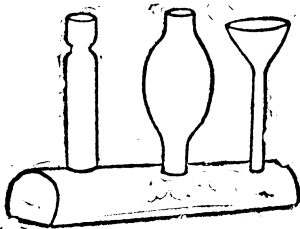
(1)製小連通管。將玻璃細管曲為種種之形。做甲條水準器之法。插入竹筒。

(2)製大連通管。如第二十八圖。以尋常燈罩管罩玻璃漏斗三種。插入竹筒。

丁、液體之上壓力。

擇底極平滑之管罩。剪馬口鐵圓片。使微大於底之直徑。曲鐵絲為鈎。以

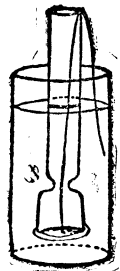
第二十八圖



鑷固於中央。鈎上繫細麻線長尺許。用稍深之玻璃圓筒。(容二磅之廣口瓶可代之)盛水及十之六。引線將圓片密着於管罩之底。沈入水中。此時卽放其線。以水有上壓力故。鐵片仍附於底而不脫。惟苟注水入罩。使內外水面相等。則圓片因己之重量。當卽脫去。

備考。管罩之底不平滑者。須在磨刀之粗石上磨之。或置金剛砂少許於玻璃片上。水濕後磨之。又馬口鐵片亦須選擇極平者。

圖九十二第

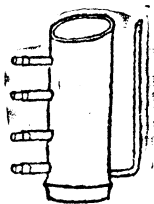


戊、液體之側壓力。截粗竹一端留節。第

在側面一直線上穿小孔數個。插入玻

璃細管長二寸許。管口皆以木塞塞之。圖

十三



又於對面近節處穿一小孔。插入曲成直角之細玻璃管。如三十圖。以示筒內液體之深淺。

備考。細管中所用之木塞。可用穿孔器將木塞穿孔時所得之物。又液中須着紅色。

己、液體之壓力。前二節示壓力特別方向之製法。本節述各方向液體壓力之最簡最便法。



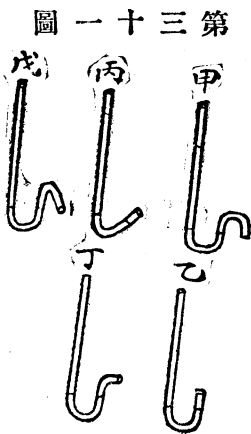
取長七寸許之玻璃細管五根。如圖曲之。各管皆納水銀少許。視長管內水銀之昇降。以知各方向壓力之強度。

(甲)管、示液體上方之壓力。(乙)管、示下方壓力。

(丙)管、示斜下方壓力。

(丁)管、示側方壓力。(戊)管、示斜上方壓力。

注意。此管實驗時。其液體可用水。置於玻璃圓筒。或玻璃水槽中皆可。

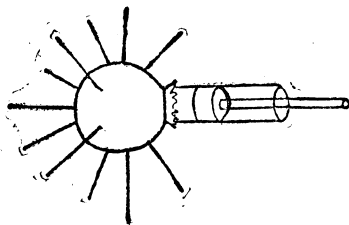


庚、液體傳達壓力於四方。

(1)用長四五寸之粗玻璃管。一端繫以像皮球或膀胱。擇木塞之。可通過玻璃管內者。以細竹桿插入之。貫一竹釘。以防脫出。而製成活塞。玻璃管及像皮球中盛水滿之。抑活塞使進。像皮球必膨脹。用針隨意於一處穿孔。水必噴出。於是穿孔於球之四周。使水噴出。以示壓力傳達於四方。

備考。製活塞之木塞。須小於管之

圖 二 十 三 第

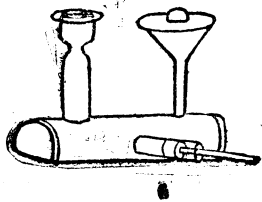


口徑。於其四周捲木綿。則結果必良。

(2) 依丙節連通管第二說之法。如圖用管罩及漏斗插入粗竹管中。使高度相等。剪馬口鐵較直徑略大之圓片以爲蓋。各蓋其上口。又於管側之中央。插一長二寸許之粗玻璃管。用與管密合之活塞。(製法同前)

由漏斗中盛水滿之。漏斗及管罩皆加蓋。以金屬或石塊等鎮之。抑進活塞。則所鎮之物較上口面積輕者。先被壓而上舉。

圖 三 十 三 第



註。以上二實驗。可說明巴司開爾(Pascal)之原理。第二實驗。又可說明白拉馬(Bramah)水壓器之原理。

辛、亞幾默德(Archimedes)之原理。

(1)如四節(乙)之法。繫金屬塊或石塊代秤皿。使秤桿水平。於秤錘之紐所在處以短線記之。此線與提紐之間。亦記一短線。繫提紐於適當之高處。使桿成水平。然後沈金屬塊於水。移秤錘復使桿平。以示重量之減少。惟此裝置。僅示物體之重量在水中比諸空氣中爲輕而已。

備考。在空氣中欲知二斤以內物體比重之概數。可由

第四節乙項之法造桿秤測定之。

(2)取最小燒瓶或細口瓶。擇適合之木塞。插有尖口之短玻

璃細管。木塞之四周。薄塗石蠟。

豫防水之浸及木塞。

注意。細管之下端。勿令伸出

圖四十三第



木塞之底。否則裝水加木塞時。其下有空氣存留。

盛水於燒瓶中使滿。蓋以木塞。拭去溢出之水。用黑綿線緊縛燒瓶之頸。以誌木塞底之所在。然後秤全體之重量。次將在空氣中已秤重量之物體裝入其中。復加木塞。如

黑線所誌之位置。拭去溢水更秤之。用次式。可得物體之比重。

$$W = \text{物體之重量}$$

$$S = \text{物體之比重}$$

$$F = \text{裝水時燒瓶之重量}$$

$$F' = \text{併裝水與物體時燒瓶之重量}$$

$$S = \frac{W}{(W+F)-F}$$

壬、空氣之重量。取容一坩（法國量名譯曰立得爾，一立得爾合吾一升零七勺強）之燒瓶一。擇適合之木塞。插長

二寸許之細玻璃管。管端復罩像皮管。乃納木塞於瓶口。木塞與瓶口之間。塗石蠟以防洩氣。用像皮管挾挾像皮。秤定燒瓶之重量。繼用長三寸許之細玻璃管插入像皮管內。竭力抽去燒瓶中空氣。用左手加像皮管挾。而去玻璃管。任像皮管下垂。再秤重量。則當較前稍減。

注意。如用抽氣機或司潑林克 (Sprengel) 水銀抽氣機。則結果尤佳。司潑林克水銀抽氣機之製法見後節。

備考。空氣一併之重量。約一〇二九三格蘭姆。

癸、空氣之下壓力。

(1) 滿盛紅色液於試驗管。用拇指塞其口。倒立水中。去指液不流出。以空氣壓於水面故也。

(2) 取長三尺許之厚壁玻璃管一。熔其一端而閉之。如無適合之小漏斗。可引長試驗管之一端而斷之。以代漏斗。用以注入水銀。務令其滿。不留氣泡。以拇指塞管口。倒立預盛水銀之杯中。則管中水銀降下。離杯中水銀面約二尺四寸七分（營造尺）之高而止。（即約七百六十密里米突是）

備考。空氣之壓力。可用已節之玻璃管示之。



子、空氣之上壓力。用茶杯盛水極滿。左手取稍大於杯口之厚紙或馬口鐵圓片壓其上。右手倒持其杯。左手雖離而板不落。以空氣自上下壓紙片故也。

丑、空氣之可壓性。

(1)用啤酒瓶或燒瓶。納水四分之一。取一木塞。插入一端有尖口長八寸許之玻璃細管。塞其口。用力由管中強吹入空氣。使瓶中空氣壓

第三十五圖



縮。則水因空氣之彈性而能上噴。

(2)以長六七寸之粗玻璃管或竹管。一端寬塞木塞。更照庚節之法。製一適合此管之活塞。抑活塞入玻璃管。管中空氣被壓。其端之木塞必突出。

備考。空氣槍其著例也。

寅、浮沈子。說明魚類所以能浮沈水中之理。須用浮沈子。此物爲中空之人形。以玻璃爲之。笛卡兒所創製。以供說明之用。稱之曰笛卡兒之潛水人。選長四五寸厚壁之玻璃細管。熔閉其一端。更燒熱使之柔軟。出火後。旋轉其管而徐

吹之。柔軟之部。當膨脹成球。俟其冷。近管處留四五分。餘切去之。

又取一端塞木塞之管罩。盛水十分之九。納所製之浮沈子。覆以像皮膜。以指壓膜。則浮沈子沈。去指則浮。故加減膜面之壓力。可令浮沈子隨意止於一處。

注意。浮沈子入水不沈者。可將管之下部切去。壓於膜上猶不沈者。可於管端加鐵絲少許。

圖六十三第

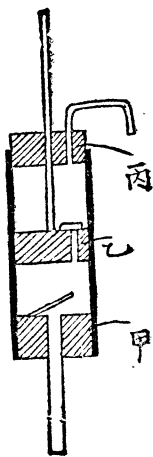


備考。如無像皮膜。盛水滿後。用掌亦可。浮沈子過小者。則以試驗管代管罩。盛水既滿。以拇指之腹壓水。

卯、製吸上唧筒法。用口徑五六分長五寸許之厚壁玻璃管。(或竹管)選適合之木塞三。甲塞穿一孔於中央。插一長三寸許之玻璃細管。剪毛布片。較木塞上孔稍大而圓者。用耐水塞門德黏其邊緣之一部於木塞。以作瓣。乙丙兩塞。於中央及旁各穿一孔。削竹桿長八寸許。插入乙塞。旁孔亦作瓣。以爲活塞。丙塞中央之孔。須令活塞之竹桿易於出入。旁孔插入曲玻璃管如口形者。裝置既備。卽成一吸上唧筒。

備考。如以竹管代玻璃管。則插入丙塞之曲管。以插於管旁之上部爲便。如於毛布片之面全塗耐水塞門德。結果尤佳。無玻璃管者。可用試驗管。

第三十七圖



辰、製壓上唧筒法。選同上之厚壁玻璃管一。一端裝木塞。塞上穿二孔。一插長三寸許之玻璃細管。一插曲管。插直管之孔。須裝一瓣。(製法如上)曲管之尖端。接長寸許之像皮管一。又以有尖口長二寸許之玻璃細管插入像皮管。製活

塞如上。然後如圖裝置之。

此唧筒之用法。以左手持唧筒。納直管水

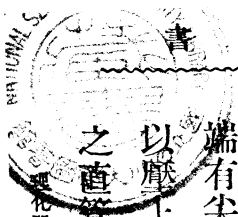
中。左手之拇指食指挾像皮管。右手抽活塞。則水上昇於管內。次放像皮管。抑下活塞。則水由尖口噴出。

注意。活塞上下頻數時。縱不用指挾像皮管。水自上昇於管內。由尖口噴出。故像皮管亦可省略不用。

已、製消火唧筒法。消火唧筒者。即連絡空氣室於壓上唧

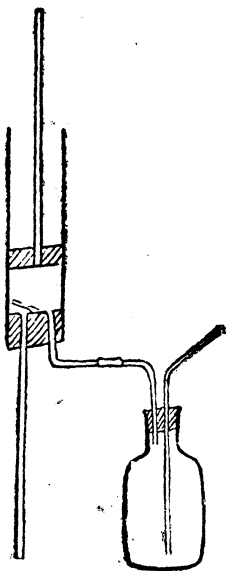
第三十八圖





筒之裝置也。如辰節之法造壓上唧筒。而去其曲管。插入彎成直角之玻璃管。管之一端。接以長寸許之橡皮管。如圖用小廣口瓶。裝木塞。插細曲管二。以之爲空氣室。其中一管曲成直角。而微出於木塞之下。一端與橡皮管相接。一管曲成 $\wedge$ 形。而一端達於瓶底。一端有尖口。以壓上唧筒之直管浸入

圖九十三第



水中。進退活塞。則水入空氣室。而由曲管噴出。

注意。用法參照前條。

午、司潑林克水銀抽氣機製法。用直徑二寸半之玻璃漏

斗。罩以長寸許之橡皮管。加橡皮管挾。插入有枝管之玻璃管。管之下端及枝管。各罩寸許之橡皮管。而以長三尺許厚壁之玻璃曲管接像皮管之一端。像皮管上。各以鐵絲緊縛之。以防管之脫出。然後以全裝置掛於壁上或

第十四圖





柱上。

備考。橡皮管挾。所以加減由漏斗滴下之水銀。故爲用至要。如將漏斗管引而伸之。使管口極細。亦可加減水銀之量。注意。有枝管之管。自枝管之下端。以至長管之下口。其長如不逾七十六生的米突。(約營造尺二尺四寸七分)則不能收抽氣之功用。漏斗中水銀如罄。空氣反入。欲抽氣之物。此宜注意。

將欲抽氣之物。用細玻璃管與枝管之橡皮管聯接。盛水銀於漏斗。長管之下置茶杯。以受水銀。開管挾。水銀滴下。則空

氣漸次抽出。

(六)熱、

甲、熱之發生。

(1)以鐵箸或粗金屬之尖端。曲爲薙刀狀。以其尖端在板上或石上用力急磨。則其熱至不能觸手。

(2)置金屬板或桿於鐵砧或石上。用鐵鎚擊之數十。則生強熱。

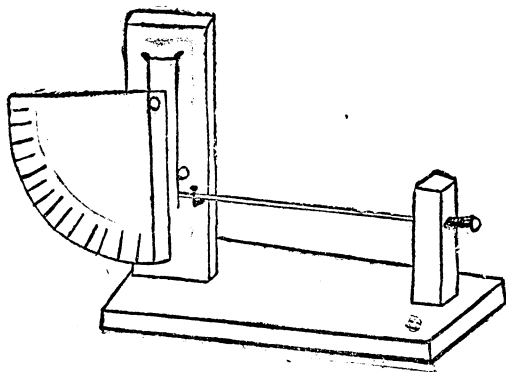
(3)用錐穿檜木之孔。亦生熱。錐旋轉愈急。其熱愈著。

乙、線膨脹。用闊三寸長一尺許之厚板。以一柱方五分長

四寸許者。立於一端相近之中央。在柱上距板面二寸五分許處穿孔一。其深殆達柱之中心。以受金屬桿之一端。此孔之後。插入長寸許之木螺旋一。用以加減金屬桿之位置。板之一端。復立一板。闊一寸五分。厚三分。高七寸許。在此板右下方高二寸五分許之處。直角插入彎形圓釘一。以支金屬桿。此釘與柱孔之高。務須齊一。而使金屬桿成水平。次取直徑三四釐許之鐵絲。曲作兩直角。使其兩脚之長。約爲一寸五分與二寸。各於四分之一之處。彎作一圈。用細圓釘輕打入板。使鐵絲能左右移動。左方之鐵絲自釘以下之部分。用

作指針。削之極細。尖端塗黑。使之易辨。又用厚紙或馬口鐵片。剪成四分圓。以左方之釘爲中心。而以釘以下鐵絲之長度爲半徑。塗之全白。劃作適宜之度數。繫而懸之。然後取直徑一分五釐許之鐵桿或銅桿。斷爲適宜之長。任取一根。如圖裝置之。

圖 一 十 四 第



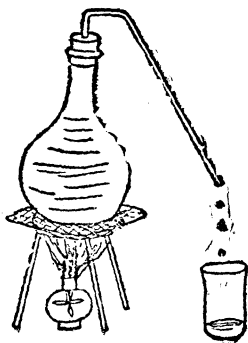
備考。金屬桿可以鐵箸等易得之物代用之。鐵絲打之使平而薄。用錐穿孔。亦可代圈。

丙、液體膨脹。

(1) 用大燒瓶滿盛紅色水。備木塞。塞中納曲管。置燒瓶於鐵架上。下以酒精燈燒之。溫度愈高。液體由曲管中溢出愈多。

(2) 選一有底粗玻璃管。或試驗管。用木塞。以六寸許之

圖 二 十 四 第



丁、

氣體膨脹。

- (1) 取一大試驗管。用適合之木塞。插入長八寸許之玻璃細管。試驗管中。入著色液少許。加木塞。細管之下端。須達試
- (2) 玻璃細管插入。微透出於木塞之下端。試驗管中。先入紅色液體。加塞。浸於溫水。或微熱其管底。液體必由細管上昇。
- (3) 取一燒瓶。盛水至其頸部之半。結黑線以誌其水面。取火熱燒瓶。水必昇至黑線以上。

第四十三圖



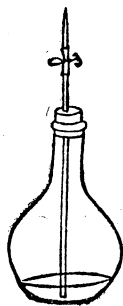
驗管之底。手握試驗管。液體當昇至細管中。是即簡易之空氣寒暑表也。

注意。握管時。液體有不上昇者。此為洩氣之故。須塗蠟於塞與管之間。

備考。以燒瓶代試驗管。用兩手溫之。則水亦昇。

(2) 用大燒瓶入水少許。選適合之木塞。插入長八寸許之玻璃細管。上端罩像皮管。用挾。一端裝有尖口之玻璃短管。置鐵網上微燒之。開像皮管挾。水即

圖四十四



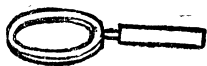
噴出。

戊、固體膨脹。說明固體膨脹之器。尋常不易製造。今述鄙

見如下。此器圓圈之上。例裝三脚。燒熱之頗不便。如圖可裝一柄。蓋僅燒球而熱之。球即膨脹。不能通過此圈。設同時灼熱此圈。球即通過。故圓圈既熱。則膨脹向外。其孔即大。并可說明鐵箍能嵌入木桶及車輪上之理。

己、水銀寒暑表之製法。擇管孔大小相同寒暑表用之玻璃管一。裝以水銀。其法先在酒精燈上溫管之球部。略驅出

第四十五圖





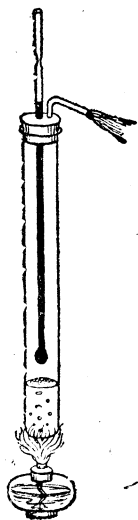
其中空氣。速以管

孔倒入水銀中。球

部漸冷。水銀漸入

第四十六圖

管內。然後取出直立之。水銀即入球部。如是數次。所需之水銀既足。乃燒熱近管口處。引而長之。使成細頸。如圖用極粗之長試驗管入水少許。備木塞。插入寒暑表用玻璃管。及噴出水蒸氣之曲管。以酒精燈煮水沸之。沸後暫置。加減水銀。使水銀柱之頂微下於頸部。更熱球部。使水銀微出於頸上。用吹管吹燈燄於管頸。封其口。



管上之劃度。有標準寒暑表、尋常寒暑表二種。

(呬)用標準寒暑表者。納諸溫度不同之熱水中。(例如十五度及八十三度)在水銀柱頂處。用剉刀剉淺線二。二線相距之間。均等劃之。(本例爲六十八)二線之上下。亦劃距離相等之度。別用厚紙書度數之數字置其後。注意。熱水之溫度。須加減之。使成整數。

(叱)不用標準寒暑表者。卽照(46)圖之裝置定沸騰點。俟管既冷。乃以球部插入冰塊中定冰點。惟有時置球部於冰塊中。水銀下降。悉入球內。此時當用(呬)法。劃定最低

溫度。

備考。如以酒精代水銀。可用(呷)法。惟酒精須著色。以

便易見酒精柱之昇降。

庚、熱之傳導。(附碘化銀水銀之製法)

取直徑一分五釐長六寸許之銅鐵黃銅等桿(爲乙節實驗膨脹之用)即以鐵箸代之亦可。各一根。各於乙端(即不加熱之一端其加熱之端稱甲端)距離相等處。用蠟黏大豆二三粒。豆上各插小旗。以便易於識別。如圖載之於鐵架之上。以鐵箸支之。集各甲端於一處。用酒精燈同時熱之。

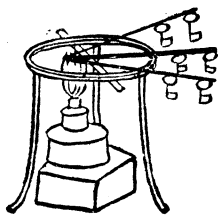
因其傳導度有大小。故蠟熔豆落所需之時間。亦有遲速。傳導度銅桿最大。故豆落速。鐵桿最小。故豆落遲。

備考。於桿上塗碘化銀水銀。或以塗

此水銀之紙。用糊黏捲之。視其色之變化。以知熱之移動。亦甚明瞭。可代大豆。碘化銀水銀。遇熱變赤褐色。冷後再成黃色。茲并詳其製法如次。

附碘化銀水銀之製法。硝酸銀溶液中。加碘化鉀溶液。卽生淡黃色之碘化銀沈澱。再加碘化鉀溶液。至不再生沈澱

第四十七圖



而止。用蒸水洗沈澱數次。加綠化第二水銀（卽昇汞或猛汞）溶液。其沈澱卽成黃色。是卽碘化銀水銀也。更濾過之。而用蒸水洗之數次。

塗碘化銀水銀於紙上之法。將動物膠（卽直辣丁）或糊精之水溶液和入其中。用筆塗抹數次。

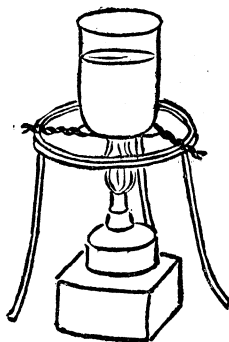
辛、安全燈之原理。點火於一酒精燈或洋燈。將細目之銅網或鐵網（燒瓶下所用之網恰宜）自上入於燄中。水平不頗。雖置燈芯之上。其燄終不出於網上。此因網以上氣體所需燃燒之熱。爲網所奪故也。繼吹熄火燄。速以火柴由網上

將火近芯。則燄復發。惟此芯但在網上。下不連續。舉網則燄滅。

壬、液體之對流。(附三角架之製法)

以燒杯(或燒瓶)盛水。納血繡之紅色木屑或稍粗之炭末少許於中。用鐵脚架載三角架。而置燒杯其上。以酒精燈熱其底。由其運動。可明見其對流之狀。

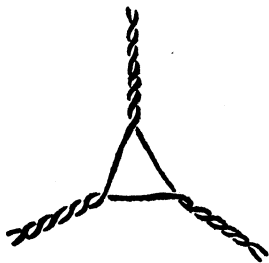
圖 八 十 四 第



附三角架之製法。取長五寸五分許之粗鐵絲三根。約離

各端二寸許折而曲之。略成百五十五度之角度。如圖用細鐵絲捲之。或除三角部分外。各以二根捻而合之。亦可。然此法較難。不如將每根折成三角形爲易。

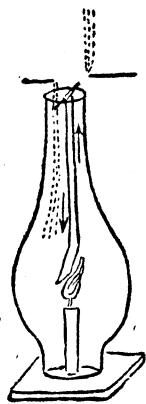
第 四 十 九 圖



癸、氣體之倒流。取燈罩一個。別剪馬口鐵狹片。計長六寸許。一端捲粗鐵絲。一端約離寸許處少折而曲之。又用一木板。裝蠟燭點火。以燈罩罩其上。火須臾即滅。俟其將滅時。如圖插入馬口鐵片。則復明而終不滅。是由所生之炭酸氣等。

由馬口鐵一邊上昇。新鮮空氣由又一邊而入。以供其養氣故也。如上圖。用點火之線香。或烟草之煙。亦可見氣流之狀。

第十五圖



子、蒸溜。

(1) 冷却器之製法。取直徑一寸許之竹。斷之長一尺五寸許。通其節。選適合兩端之孔之木塞二個。中央及旁各穿兩孔。將二尺許之玻璃細管通入竹管。兩端各插於木塞之中孔。其旁孔各插曲管。一一如圖爲之。卽成一冷却器。



備考。曲管插於竹管之兩端。其方向須相反。

(2) 蒸溜。置欲蒸溜之液於燒瓶中。加木塞。塞中插入曲管。(或用曲頸甌代燒瓶) 有時須更插熱度表。載之於曲頸甌臺。以像皮管連接曲管及冷却器之玻璃管。此玻璃管之他端。入於別一燒瓶中。而置瓶於盥盆。冷却器上部之曲管。由像皮管更接一玻璃管。玻璃管之尖端。入鉛桶中。冷

圖 一 十 五 第

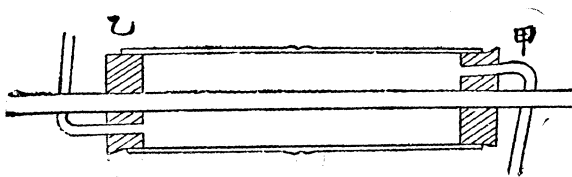
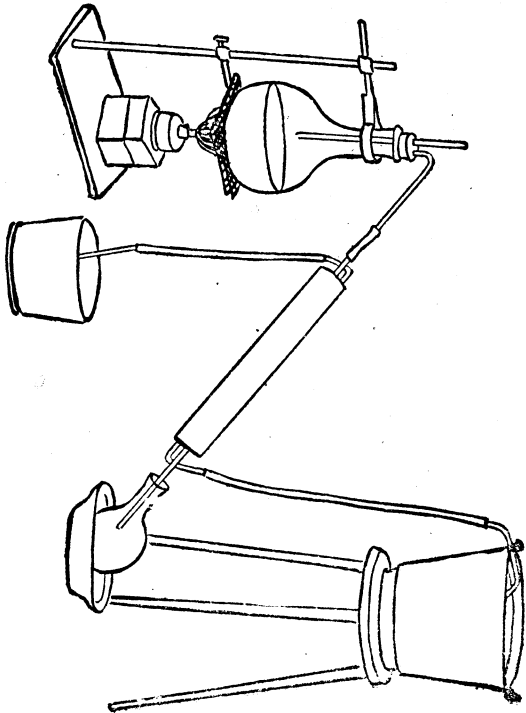


圖 二 十 五 第



理 化 器 械 製 造 法

却器下部曲管之端。亦裝長像皮管。而置其一端於高處盛水之大鉛桶中。使所吸之水流通於冷却器內。又盥盆中亦置冷水。並可助燒瓶速冷。

注意。冷却器中之水。必須自下而上而流。

備考。大鉛桶中玻璃管所造之虹吸管。一端須達於桶底。一端用像皮管接冷却器下部之曲管。又接冷却器上部曲管之像皮管。如置其端於盥盆中燒瓶之上。盥盆之水。更用虹吸管使流入鉛桶之中。尤爲便益。

蒸溜沸騰點甚低之液體。如酒精之屬。則盥盆中須置雪或

冰塊。

丑、氣壓與沸騰點之關係。燒瓶中注水及半。俟十分沸騰。空氣逐出之後。插入木塞。倒置其瓶。濺冷水於瓶底。燒瓶中之水。復見沸騰。是由底既受冷。燒瓶中之水蒸氣。化爲液體。氣壓減縮。沸騰點下降故也。

注意。實驗後。木塞必緊而難拔。更燒熱之。使水沸騰。即易拔去。

(七)音、

甲、音源。

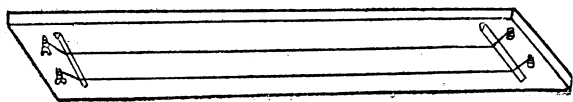
(1) 二絃琴 取一長二尺闊四寸許之木板。於一端近處入二釘。各長寸許。結絃（或細綱絲軟鐵絲皆可）之一端於上。其又一端。各捲於板之一端之螺旋上。以竹製軫。置於絃下緊張之。旋轉其螺旋。絃之張弛。即可隨意。

備考 欲琴聲宏大。須置琴於覆箱之上彈之。

(2) 振動桿 取長七寸許直徑二分許之綱鐵桿。以麻線縛其中央而懸之。

(3) 振動板 用馬口鐵或鍍鋅板製直徑五寸

圖 三 十 五 第



許之圓板一塊。四寸許之方板一塊。中央各貫一釘。釘入直徑五分許之桿端。

(4) 鼓 選極粗之竹。截爲四寸許。兩端各糊日本半紙三四張。乾後微噴以水。使之緊張。

(5) 音叉 以厚一分闊二分五釐許之鐵絲。斷爲尺許。磨使光滑。就其中央曲爲 U 字形。而剉平其下部。如圖以木螺旋用鐵固定其上。

乙、薩伐特 (Savarts) 齒輪之製法。

以

第五十四圖

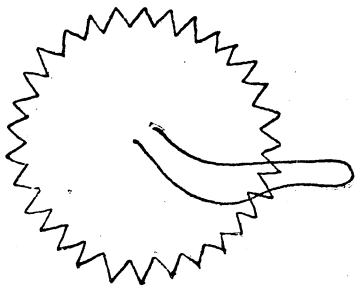


直徑三寸許之馬口鐵圓板。周圍剪齒。以成齒輪。就中心之

兩旁。約三分許處。各穿一孔。貫麻線長三尺許。兩端相結。以成一圈。於案之一隅。用闊一寸長四寸之厚紙或馬口鐵片。以物支之。懸麻線於拇指。旋轉馬口鐵片。或急或緩。使觸於厚紙之一端。其紙必振動而發音。齒輪旋轉愈速。紙之振動愈繁。而發高音。

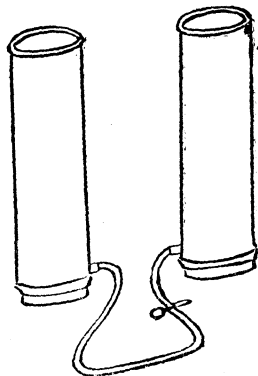
丙、共鳴。取直徑二寸許之竹二。各截爲尺許。一端留節。近

圖 五 十 五 第



丁、傳話器之製法。取直徑一寸五分長二寸五分許兩節處穿孔。各插一長八分許之玻璃細管。以橡皮管一尺二寸許連接兩管。並用橡皮管挾挾之。以甲筒盛水。爲共鳴器。以乙筒加減甲筒之水量。甲筒裝水既滿。施挾於玻璃管。乙筒少低。則水漸移於乙。乙筒上舉。水復還於甲。如此上下不已。使甲筒內空氣之深度。恰爲適宜。而得最善之共鳴。乃移橡皮管挾挾橡皮。

第五十六圖





端開口之二竹筒。依甲節(4)之法。一端貼紙。以針穿小孔於中央。取線長約一丈二尺。以兩端穿入第孔中。緊結之。不令脫出。甲以一筒之開端當其耳。五乙持一筒。緊引其線。向開端發語。空氣中所不得十聞之語。管中聽之甚晰。

(八)光、

甲、光之直進。

(1)以方四寸許之馬口鐵(或木)板。中央穿小孔一。置於人目及燭火之中間。自小孔望之。適見其火。人目或板之位置

圖 七



微有移動。火即不見。或於方一尺許小屏風（木板或馬口鐵板製）之中央穿一小孔。以塗白色之小板或厚紙。受孔中所漏之光。易屏風之位置。即可見光點之移動。

(2) 製方三寸許之馬口鐵板二。各於中央穿一小孔。分釘於長板之兩端。其板闊二寸。長尺許。如五十八圖。二孔相對。則見燭火。有一孔位置稍變。即不能見。

(3) 在箱一側面之中央穿小孔一。置燭火於孔前。箱之內面生火之倒像。燭火移動。像亦

圖 八 十 五 第



隨之。

乙、不用透鏡之照相器之製法。

此器利用光之直進。以馬口鐵或厚紙製圓管二。一管稍小。足以套入彼管之中。內部各以墨塗之。外管之一端(甲)貼塗墨之厚紙。以針穿小孔於中央。內管之一端(乙)貼甚薄之白紙。一端(丙)貼厚紙而有孔。直徑三分許。今以甲端向窗外。

圖 九 十 五 第

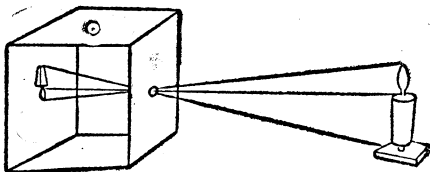
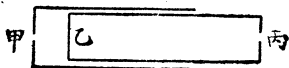


圖 十 六 第



由丙端之孔窺之。移內管使之進退。則可見窗外景物倒映於白紙上。

丙、本生(Bunsen)光度表之製法。計器三種。(一)紙製、

屏風。於方二寸許厚板之中央。以釘由底貫之。以長五寸

許之細玻璃管立其上。上端插入

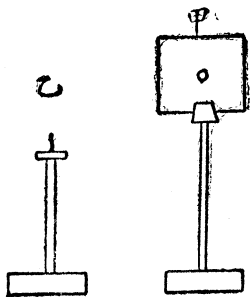
木塞之下端。以方四寸許之圖畫

用紙。中央塗以蠟或油之小點。插

入木塞之上端。如六十一圖甲。

(二)燭臺。準屏風之製法。製一

第十圖



高四寸許之燭臺如圖乙。(三)劃度紙。將圖畫用紙裁一寸許闊。逐條接之。約長三尺。劃作度數。距離可任意。如取其易見。照尋常用尺亦可。用法以劃度紙長鋪案上。置紙製屏風於其中央。左右各置點火之燭或洋燈。兩面視之。進退其燈。至油點明亮之度相等爲止。此時燈與屏風距離之平方相比。卽各光度之比。

丁、喬利 (Joly) 光度表之製法。喬利氏之光度表。構造至爲簡單。然其銳敏。視本生及倫霍特之光度表遠過之。其與本生氏所異者。惟以石蠟 (卽巴拉芬白色透明之結晶

物由煤黑油提製差類固髮油。板夾銀箔。以代屏風。製法。擇極透明固形之石蠟。熔於馬口鐵盤中。成等厚之板二枚。其盤須深五六分。方一寸五六分。二板之各一面。削令平滑。以銀箔或錫箔夾於平滑之面之間。縛以麻線。用法同本生氏表。又製直徑一寸許之竹管或馬口鐵管。以窺此板。比較銀箔左右之明度。防由光源而來之光入於眼中也。

戊、平面鏡之製法。平面鏡之製法。較稍複雜。惟可利用照相之種板、燒瓶之破片等。以製平面、凹面、凸面各鏡。記述如左。

置照相之種板於炭酸曹達水。加熱溶解其膜而去之。於火灰中加酒精或阿摩尼亞。調和如泥。以綿布片蘸而多磨之。別用清潔之布片或佛蘭絨片拭之使淨。又製二液如下。

甲液以冰糖九十克。置極少水中溶解之。和入硝酸（比重一·二二）三立方糶。酒精一百七十五立方糶。加水使滿一立得爾。此液可常保存。

乙液以硝酸銀一、八克。溶於一百八十五糶之水中。以阿摩尼亞水滴下。是時當生白色沈澱。仍滴至沈澱差溶解始止。復以苛性曹達九克。溶於極少水中加入之。再生沈澱。更滴入阿摩尼亞。至沈澱差溶解爲

度。此液必需時方製之。玻璃板清潔後。浸於綠化第一銀溶液中一二秒。清水洗之。別以皿盛甲液十五立方糶。乙液一百八十立方糶混和之液。以板浸入。約十分間取出。水洗。布輕擦之。塗以洋漆。以防銀之脫落。

備考。如無適當之皿。用厚紙（如圖畫用紙）製爲盤。四隅貼膠或糊。內面薄塗石蠟須極勻。此盤卽種板之顯像或電氣鍍金等。無不可用。

己、光之反射。取闊四五寸長一尺二寸許之馬口鐵板一。如六十二圖劃爲（甲乙）（丙丁）（戊己）六等分線。（戊庚）



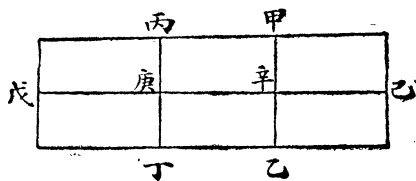
及(辛己)兩線。各於四等分處穿小孔。就(甲乙)(丙丁)兩線處折爲直角。卽如六十三圖。

備考。(戊庚)(辛己)線上所穿之小孔。不必定在四等分處。但令(辛己)線上各孔。至(甲乙)之距離。與(戊庚)線上各孔。至(丙丁)之距離相等。卽爲合法。

如六十三圖。置小鏡於(庚辛)之中央。置

燭火於左板後方適宜之處。則由右板視鏡。可見燭火之虛

第 六 十 二 圖



像。

注意。與下壬節參看。

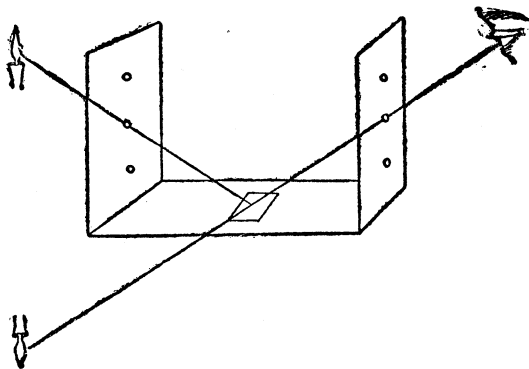
庚、多像反射。

二平面鏡之一邊相並立。置  
燭火於其間。以鏡之角為直  
角。可見燭光之像三。如變種  
種角度。像之數亦愈益增加。

辛、光之屈折。

(1) 用木板製成橫五寸縱三

圖 三 十 六 第

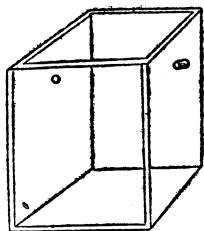


寸深五寸許之箱。(前面須用玻璃板)以和水之燒石膏或耐水塞門德填其隙。裏面塗煤黑油使黑。相對之側面木板全高約五分之四之處中央各穿一小孔。裝木塞。如第六十四圖。更造箱蓋。裏面亦塗而黑之。

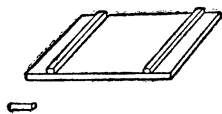
如第六十五圖。

備考。有此箱。即不備暗室。光之屈折及反射。亦可實驗。穿孔二個者。以教室採光之方向不同故也。

第 六 十 四 圖



第 六 十 五 圖

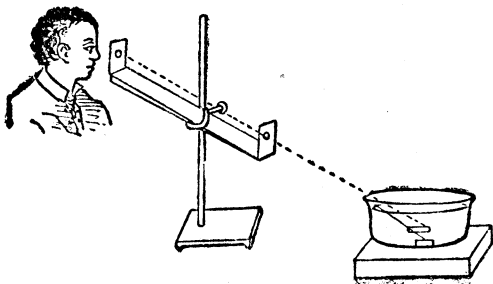


壬、全反射。

(1) 以一空試驗管立水中。管之四周。其光如銀。

(2) 以盥盆盛水。沈當十銅幣二於其底。造一器如二十八圖。斜縛於曲頸甌臺。恰能於兩孔中見銅幣。如徐徐汲去盥盆之水。不動銅幣。仍由二孔望之。即不能見。再徐徐加水。深如前。銅幣可復見。

圖 六 十 第

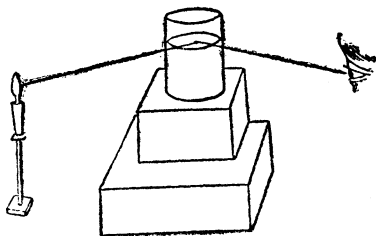


(2) 以燒杯或茶杯盛水三分之二。置燭火於水面較低之處。眼對此杯。在燭火之對面仰視水面。則見燭火之像在上方。

癸、三稜鏡製法。

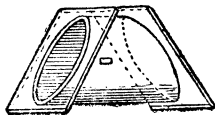
(1) 選直徑二寸許厚壁之竹。截而斷之。兩斷面須有角度六十度。穿孔。以便水之出入。塞以木塞。斷面用耐水塞門德黏玻璃二片。

圖 七 十 六 第



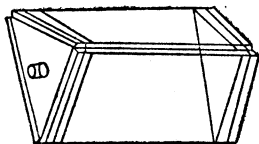
(2) 如圖用厚板製三角形二。一角各需六十六度。一板中央穿孔。以便納水。板之周圍。用耐水塞門德黏玻璃三片。以麻線緊縛之。隙間更塗耐水塞門德。以防漏水。

圖八十六第



(3) 以盥盆盛水。置鏡其中。與水面約成六十六度之角。由馬口鐵所製屏風之小隙漏入太陽光線。鏡面受之。則承塵或壁上現出七色光帶。惟入射角不合。光帶即不能見於所需之處。須先自實驗。乃示生徒。此為

圖九十六第



最簡最適當之法也。

子、雪製透光鏡。取牽牛花狀之茶碗。堆雪其中。以玻璃板

壓而堅之。可得凸透光鏡一。用二茶碗。即得兩凸透光鏡。

備考。此透光鏡可爲二三種實驗。夏日則用鈔細削冰塊。

亦可製透光鏡。

丑、虹。

(1) 由細隙通入之光線。著於盛水之圓底燒瓶。則可見虹。

(2) 在室中背太陽噴水。則亦見虹。此尤屢經實驗者。

備考。如無噴筒。則取一端有尖口之玻璃管二。以尖口稍

大之管。立於盛水之茶杯中。尖口向上。他管與成直角。設法固定。使尖口相接近。用力吹之。可起細霧。

(九) 磁氣、

甲、磁石之製法。

(1) 將欲通磁氣之鋼鐵片橫置案上。以磁石桿之一端輕輕摩擦之。自首至尾。同一方向。如是數次。例如磁石桿之一端為北極。則受其摩擦之尾端成南極。首端成北極。

(2) 以石蠟塗木棉捲之導線（或絲線捲之導線）捲為螺旋狀。置鋼鐵片其中。用代那模電池通電於導線。片時後。鋼



鐵片即變爲磁石。此法可將最大之縫針製磁石數根。以供實驗之用。

(3) 以不甚纖細之銅絲數根。捲爲螺旋形。不相接觸。粗玻璃管橫於其中。(試驗管無底者亦可)管中插鋼鐵片。如前法通電。

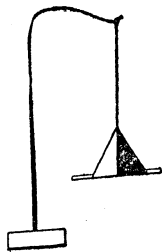
乙、指力線。取照相之種板(去膜之法見上八之戊節)或普通玻璃板而清潔之。徧塗溶解於酒精之舍來克。(或松脂)乾後。載於磁石之上。以塗舍來克之面向上。用篩勻布細鐵屑於上。輕叩板之一隅。鐵屑當隨指力線之方向配列。

徐取板置炭火上微暖之。俟舍來克既融。乃放冷之。鐵屑當附著於板。可循此法製數個。以示磁極變動時指力線之變化。

丙、磁石之相互作用。製小針爲磁針（法見甲節）以四角形紙包之。用細絲線（由絲綿或繭中引出者最妙）懸於彎曲之銅線上。預以黑色或紅色塗紙之半。以便易見磁石之極及磁針之運動。染色於針。以絲線懸之亦可。

注意。懸磁針不宜用鐵絲。

第十七圖



丁、磁石之組成。

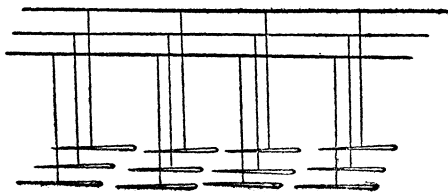
(1) 通磁氣於長七八寸之鋼鐵絲上。雖折之甚短。亦可為磁針之用。

(2) 由上節之法。如七十一圖。垂平行之銅絲數根。各懸磁針一。以磁石桿近之。由小磁針之旋轉與以磁氣之狀。及取去磁石桿磁氣尙留之狀。皆可實驗。

(十) 靜電、氣

理化器械製造法

第七十一圖



甲、電氣擺製法。取長六寸許之

玻璃細管。一端引而長之。作尖端

少曲。且熔之而作小球。距尖端寸

許處彎之。插入小瓶之木塞中。塗舍來克之酒精溶液。用接

骨木（或茶藤）心之球。（用金箔或錫箔包之）或斷燈芯長

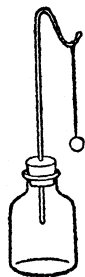
二分許。縛以細絲線。懸於玻璃管之尖端。木塞上並宜塗石

蠟。

備考。用瓶特以插玻璃管而已。以塗石蠟之厚板代之亦

可。又瓶中如裝濃硫酸三分之二。能令曲管常乾。最爲便益。

第七十二圖



乙、  
金箔驗電器製法。  
惟木塞與瓶及曲管之間。須不洩氣。如無接骨木心。則擇質  
理緻密之木塞。製爲小球。以箔包之。亦可代用。

(1) 以長二寸許之圓釘。銼平其頭部。別取直徑寸許之圈。兩  
面各用蠟銲馬口鐵圓板一。以釘固著其中。插入長一  
寸半許之細玻璃管。管插於木塞。釘之下端。將馬口鐵製  
之小三角管。(高四分一邊長二分)  
就側面之中央銲附其上。用薄紙作  
金箔之裏。剪成闊三分長一寸八分

第七十三圖



許之二片。貼於三角管之兩側。乃以木塞裝於納濃硫酸少許之廣口瓶或燒瓶之口。如七十三圖。

(2)以粗銅絲曲爲「□」狀。上部插入裝細玻璃管之木塞。以銅絲之上端鐸於直徑一寸半許馬口鐵圓板之中心。以闊四分長三寸許之金箔。(薄底爲裏)卽其正中折爲二。懸於銅絲。如七十四圖。以木塞裝於納濃硫酸之廣口瓶如前法。

圖四十七第



備考。驗電器用之金箔。亦可用普通之箔。取其易得也。

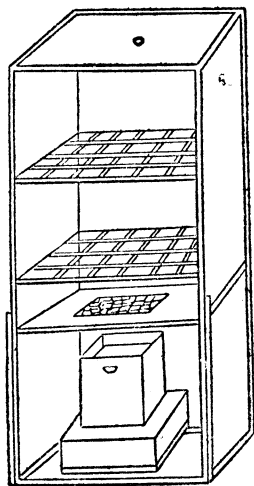
近時大都以鋁箔代金箔。惟鋁較金甚輕。（比重約當金八分之一）故感覺至敏。如此等箔皆無有。則用錫箔或薄紙爲裏之銅箔亦可。爲裏之法。以薄紙合金箔之大。小於紙上塗薄糊。使之就乾。銅箔亦同。或以木塞製之。球包金屬之箔。或用銅幣大之金屬板。皆可代上部之馬口鐵圓板。

丙、電氣器械乾燥箱製法。靜電氣實驗時。除特別之物外。皆須預爲乾燥。此至緊要。玻璃、金屬、木材等。吸收濕氣之性皆強。倘不十分乾燥。必不能得良效。茲述二種製法如左。

(1) 取紙捲煙之空箱。以最小之側面爲底。上部之中央穿孔直徑一寸半許。爲通氣孔。底開一方孔。大於火爐。張鐵網。箱之內部。設格子層二或一。下層鋪細布或白紙。以防塵埃之著於器械。

又箱下附一四脚架。脚高於火鑪。箱之前面張幕。架之三面張以白紙。以防熱氣飛散。如七十五圖。

第七十五圖





備考。格子層之高。不能一定。以乾燥器之高爲準。

(2) 完全乾燥箱之製法。方三尺五寸。高五尺許。後面及上部裝薄板。兩側糊紙。距火爐四五寸處製一格子層。更距二尺五寸處複製一格子層。兩格子層皆張布。其他悉准前法。

注意。器械須用文火經長時間乾燥之。如迫不能待而用強火力。輒多破損。又下層宜置耐熱較強之物。上層宜置耐熱較弱之物。

摩擦發電器。

器械製造法

(1) 取樹脂極多之樹木如松杉之屬。(或用竹片)炙之少焦。用乾毛布片或絕無油氣之頭髮摩擦之。則能發電。吸引二三分長之燈心或麥桿、煙末、紙片之屬。

注意：燈心等須略帶溼氣者爲佳。

(2) 以極乾燥之麥酒(即啤酒)瓶或試驗管、洋燈之管罩。閉其一端。以極乾燥之綢片用力摩擦之。亦能發電。

(3) 以貓皮或佛蘭絨等毛布摩擦硬像皮、火漆、硫黃等桿。發電最易。

(4) 烘乾之洋紙或本國紙上用指爪摩擦之。亦能發電。故用

爪書文字或繪圖於紙上。撒布煙末。輕輕彈去其餘末。則有文字或繪畫顯出。

用上法發電之紙片。與額頰等相近。則能吸附其上。

(5)取極乾之金屬桿。於手持之部。捲薄塗石蠟之紙或乾燥之綢片及毛布片。以乾貓皮或毛布片用力迅速摩擦之。可見發電之現象。

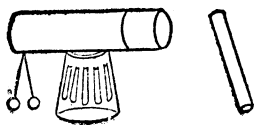
戊、人體之發電。取玻璃杯四個。其外面用刷毛徧塗石蠟或舍來克之酒精溶液。覆於板上。使之極乾。以甚乾燥方一尺五寸許之厚板置其上。代絕緣臺。一人(甲)立其上。一人

(乙)立地板。用貓皮急擊甲手背十餘次。則能發電。用驗電器可實驗之。如於暗室試驗。使十分發電後。乙以指近甲。則能發小火星。

己、電氣感應。取有蓋之馬口鐵圓筒。以兩麻線（勿用絲

線）結小木心球或短燈心各一。黏於筒之一端。使之接近。用前節所述玻璃杯覆於案。置筒其上。以帶電體如硬像皮棍者近之。則筒之近棍處生陽電。遠棍處生陰電。而木心球互相反撥。如七十六圖。

第七十六圖



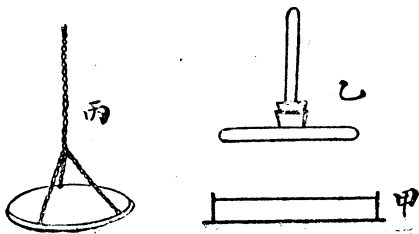
備考。以長二寸許之金屬線。鐸於馬口鐵筒上。曲其一端懸木心球亦可。又可以金屬棍或板代馬口鐵筒。染木心球使成黑色。置白紙於其後。尤爲易見。

庚、發電盤製法。以馬口鐵製直徑五寸深四分許之盤。熔封蠟（卽火漆用樹脂或硫黃亦可）於其中。靜置極平之案上而凝固之。其上更流入溶於酒精之封蠟。以平其面。或於封蠟未凝之前。於松香油中和入封蠟少許注之亦可。以此爲發電面。（七十七圖甲）次以馬口鐵製較盤稍小之圓板二。其大相等。又以粗銅絲製圈。較圓板微大。夾於兩圓板間。

用鐵鐸之圓板之中央。鐸深五分許之無底圓管一。插一端閉口之玻璃管。嵌以木塞。作柄。惟玻璃管上。須塗舍來克或封蠟之酒精溶液。(七十  
七圖乙) 或於圓板之周邊。如正三角  
形頂點之位置穿孔。(七十七圖  
丙) 或鐸小圈。絲線懸之。可省製柄  
之勞。

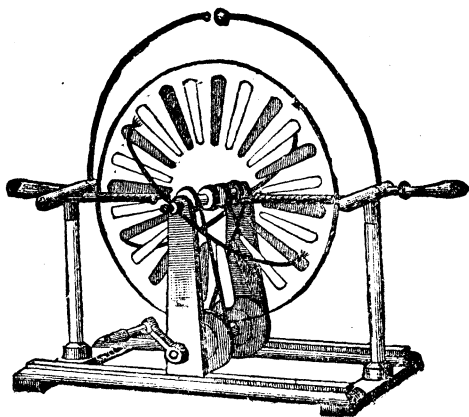
備考 圓板但用一枚亦可。惟銅絲之圈。須鐸於有柄之面。

圖 七 十 七 第



用絲線懸挂者準此。如於盤中立銅絲數根。等於封蠟之厚。下端鐸於盤底。則可省圓板屢屢觸手之煩。辛、威姆司好司脫 (W. W. Siemens) 發電機之製法及修法。威姆司好司脫之發電機。爲實驗靜電氣必不可缺之物。製此機時。玻璃圓板上所

第 七 十 八 圖



貼錫箔。須在二板之外面。以長皮帶作8字形。用柄。使二玻璃板以反對方向旋轉。二金屬桿皆附金屬之刷毛。其桿與玻璃板左右所夾櫛齒之角度。須三十度至四十五度。互爲直角。刷毛之位置。宜令微觸錫箔。(七十八圖)

備考。用此機時。先以乾布或綢去其塵埃。徐轉其柄。檢查櫛齒是否接觸於箔。如不接觸。則緩其螺旋。務使此櫛在適當之位置。而後以二原導子相接近。試轉其柄。視原導子之球間飛火星與否。如火星不飛。則以發電盤之金屬圓板或硬像皮棍等帶電體。近金屬刷毛而保持之。復轉其柄。如火

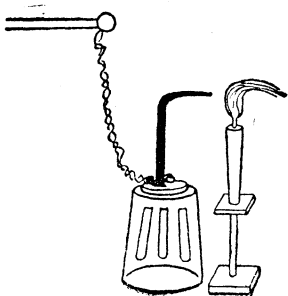


星仍不飛。則弛其皮帶而乾燥之。錫箔如爲櫛齒，傷損或脫落。更剪錫箔如前形。用指薄塗蛋白。及其未全乾時。貼於玻璃板上。皮帶如斷。用粗麻線代之亦可。

壬、避雷針模型之製法。以長

四寸許之粗金屬線。與一端相距一寸五分許處。曲爲直角。鏗其端使銳。而以他一端插於寸許木板之正中。可爲最簡單之避雷針模型。取一玻璃杯覆

第七十九圖

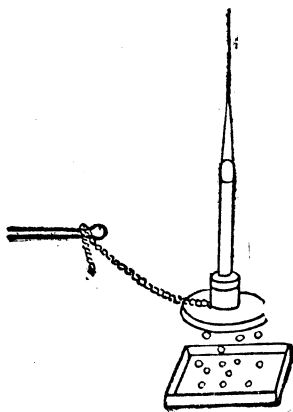


於案間。置此模型於上。以銅鎖鏈（或銅絲）使粗金屬線與威姆司好司脫發電機之導子連結。發電機旋轉時。電氣由粗銅線之尖端他逸。如以蠟燭之焰之中央與此尖端接近。則以電氣逃散而成風。焰爲之折。（七十九圖）

癸、電氣霰。以粗絲線

結發電盤用圓板之柄而懸之。須令板面如水平。以鎖鏈連結板之上部與發電機之導子。板

第 八 十 圖



下置馬口鐵盤。納略帶濕氣之小木心球或長二三分之燈草（或麥桿）少許於中。旋轉發電機。則木心球在板與盤之間迭相昇降。以燈草或麥桿製爲小人狀以代木心球。尤有興趣。

注意。盤與圓板之距離過遠。則木心球不動。故其距離須加調節。

子、人體之蓄電。如戊節所述法。造絕緣臺而立其上。左手握與發電機導子聯結鎖鏈之一端。衣角等物。須不著案。然後徐將發電機旋轉。則電氣集於其體。斯時立地上者以右

手之指端近之。則指端火星迸起。二人同覺衝動。以指端近立者之身體亦同。

注意。導子之球之距離須三分許。以防電氣集積人體過多。過多則衝動激烈。至有危險。

丑、來頓 (Leyden) 瓶製法。來頓瓶常用廣口瓶爲之。惟用

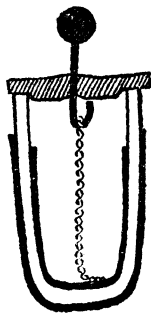
玻璃茶杯。則尤爲易得。製法亦簡。應選壁薄之玻璃茶杯。用蛋白或麵糊貼厚錫箔於杯之內外。自杯口下約四分之一處連及於底。惟內面之箔。須較外面低二分許。次用木板製一圓板。較杯口稍大。以粗銅絲插其中央。上端裝金屬球。(

以木心球或木塞球包金屬箔亦可。下端曲爲鉤狀。懸鎖  
鏈（或以經火柔輦之銅絲製  
爲螺旋）達杯底。圓板之周圍。  
塗石蠟等。杯上未包錫箔處。塗  
舍來克之酒精溶液。使之絕緣。

（八十一圖）

又製馬口鐵板方尺許。一隅之一端立銅絲。銅絲之端有金  
屬球。用右法造來頓瓶數個置其上。卽成電槽。  
寅、電氣之分布。凡電氣僅分布於器之表面。

圖一十八第



(1)用粗絹線懸相疊之當十

銅幣二。以代試驗板。(八

十二圖甲)又如(戊)節

之實驗。以玻璃杯覆於案。

將有底無蓋之馬口鐵圓

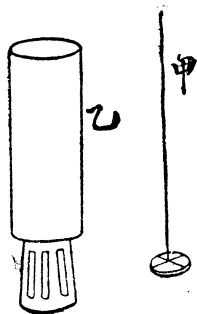
管直立其上。通電氣於圓管。徐下銅幣以達於底。惟須不

觸管之內面。取出後。觸於驗電器。確知銅幣不挾電氣。更

以觸於管之外壁。便即挾有電氣。

備考。管上加蓋。穿孔於中央。其大足通過當十銅幣。以

第 八 十 二 圖



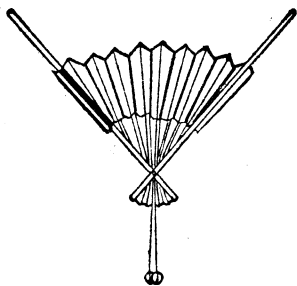
此實驗結果尤良。

或取足容半磅許之廣口瓶。表面以錫箔包之。或斷小燒瓶之頸。而以錫箔包其表面亦可。

注意。如用圓底燒瓶。則宜置諸玻璃杯上。

(2) 如八十三圖縛塗舍來克酒精溶液之玻璃細管於扇之大骨。閉其一端。以小木心球二。(或短燈草)用麻線懸於

第 八 十 三 圖



扇底開扇。以電氣通之。木心球當微開。閉扇更當大開。蓋電氣僅存於表面。扇之開閉。其表面積卽其增減故也。

(十一) 流動電氣

甲、各種電池之裝置法。

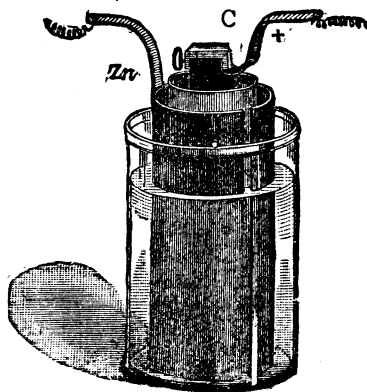
(1) 本生 (Bunsen) 電池。盛稀硫酸於陶器圓筒。以塗水銀之鋅板。捲爲筒狀。浸於其中。鋅筒內置泥漏筒。(卽無釉之白泥筒) 泥漏筒內置炭條及濃硝酸。(八十四圖) 炭條爲陽極。鋅板爲陰極。

注意。毋論何種電池。鋅板必須塗以水銀。



(呷) 鋅板塗水銀時。先以水洗其表面。暫浸於稀硝酸中。(濃硝酸一容以十五或二十容之水解薄之) 復以稀硫酸(濃硫酸一容以二十至二十五容之水解薄之) 溼潤之布片塗水銀少許。摩擦之。全面更塗水銀。(乙) 盛於陶器圓筒中之稀硫酸。用濃硫酸一容。以十至

圖 四 十 八 第



十二容之水解薄之。

注意。泥漏圓筒中之硝酸。可用硝酸銹（即硝酸阿摩尼姆）飽和之。幾全不發煙。且耐久用。

電池用畢。將硝酸及稀硫酸各別貯於瓶中。以供後用。鋅板宜多用水洗。泥漏筒及炭條必浸清水中一夜。然後取出。覆於案上。各種電池。必須用此法保存。

(2) 但尼里 (Daniell) 電池。於泥漏筒中納稀硫酸（濃硫酸一容水七容）及鋅條。更以硫酸銅之飽和溶液與銅板之卷爲筒狀者。納於玻璃瓶。入諸陶器圓筒中。（八十

五圖) 銅板爲陽極。鋅條爲陰

極。

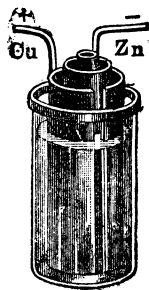
注意。硫酸銅飽和溶液之製

法。入多量硫酸銅結晶於水中。擱置一夜。用時亦當置入結晶塊。用畢。取出泥漏筒。移稀硫酸於瓶。水洗鋅條。泥漏筒處置如上節。

(3) 魯克倫希 (Leclanche) 電池。豎炭板於泥漏筒中。板

之周圍。裝枯煤小粒與酸化錳之混合物。而納於盛礮砂(卽綠化鋇亦卽綠化阿摩尼姆)飽和溶液之器中。立鋅

圖五十八第



條於其側。(八十

六圖) 炭板爲陽

極。鋅條爲陰極。

綠化鋰液之製法。

於熱水中加等量

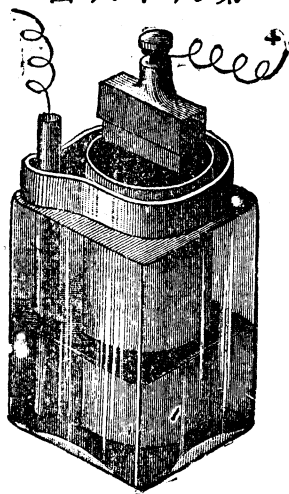
之水。注綠化鋰而攪和之。使之飽和。納泥漏瓶中。以達瓶

高之五分之三爲度。不宜過多。以此液須侵蝕螺旋故也。

(4)重鉻酸電池。以強硫酸調重鉻酸鉀粉末。水解薄之。立

炭板及鋅板於其中。(八十七圖)炭板爲陽極。鋅板爲陰

第 八 十 六 圖



極。此電池形有種種。

右其一也。

此液製法。取濃硫酸九

十四立方糲。且攪且以

重鉻酸鉀粉末九十二克入之。使成泥狀。加清水一千立

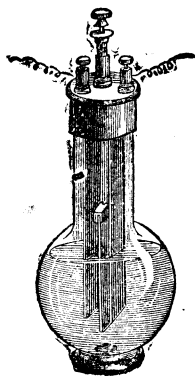
方糲（卽一立得爾）溶解之。

注意。用畢。處置法與本生電池同。

乙、簡易電流表製法。取極薄板造無底箱一。縱一寸五分。

橫一寸。深八分許。以面積最廣之側面爲底。於長針上通磁

圖七十八第

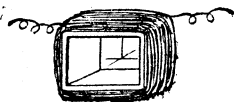


氣。削竹極細。與針成直角。以膠黏之。用線由相對側面之中央懸於箱中。箱之周圍捲導線數十重。(八十八圖)導線捲法與捲線同。備考。如無長針。則於箱底插針。而載磁針於其尖端。箱之兩端宜用膠黏附板片。以防導線之散壞。

丙、 電磁石製法。

(1) 取直徑四分長二寸許之軟鐵桿。以和水之黏土包之。用炭火燒三十分左右。至紅熱後取出。去土。塗煤黑油以止銹。削平兩方之斷口。以塗石蠟棉線所捲導線捲之。甲端

第八十八圖

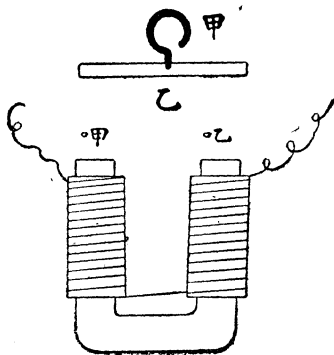


則同時計針旋轉之方向。捲向乙端。至適宜處。用麻線縛導線於桿上。使不能解散。乃塗以封蠟。乙端則與時針之方向反對。(自甲端視之則爲同方向)捲向甲端如前。如是捲之數次。則得最簡單之電磁石。由右法製電磁石二。其一則用以製造最簡單之電報機。(下丁節二)備考。以稍粗之軟鐵絲結之成束。可代軟鐵桿。又所捲導線。如用絲線。則不塗封蠟亦可。

(2)取直徑三四分長五寸許之軟鐵桿。如前法燒之。曲爲U形。塗煤黑油。削平兩端。捲導線於兩脚。捲法兩邊皆同。例

如八十九圖。由左脚（呷）端之上部捲向下部。次由下部捲向上部。自呷端視之。皆與時計針之方向同。（參看前法）右脚則自下部捲向上部。上下數周。自呷端視之。皆與時計針之方向反對。（八十九圖乙）捲之數重。其理皆同。別製闊五六分厚一分五釐長三寸許之軟鐵板。中央附鉤。（八十九圖甲）

圖 九 十 八 第



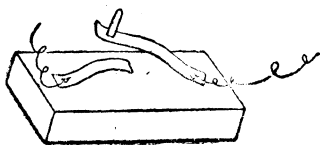


備考。參看前節備考。

丁、電報機模型之製法。

(1)發信機。以闊一寸長二寸許之厚板爲臺。如九十圖。復取闊二分許之薄銅片二。折而微曲之。各釘定其一端。釘上捲以導線。二片之。又一端。差令相疊。約距二三分。斷細圓釘甚短。用鑼錫於上方銅片之一端。別取長五分許之細玻璃管。閉其一端。熔封蠟裝入。而以細圓釘插其中。此管以

圖 十 九 第



代壓鈕之用。

(2) 受信機。取長三寸許之厚板一。豎一柱(丙)於一端之中央。其柱方四分。高二寸三分許。又一端中央。以膠固定

電磁石(丁)以闊二分長二寸五分

許之黃銅片(乙)一端釘於柱頂。一

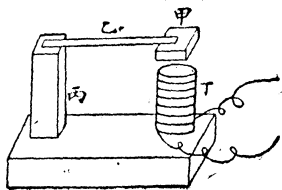
端鐸以方五分厚二分許之軟鐵片

(甲)此軟鐵片須恰在電磁石之上。

相距一分許。(九十一圖)

備考。削竹片用膠粘附軟鐵片。可

第九十一圖



代黃銅片(乙)並參看前節之(1)。

戊、電話機模型之製法。取口徑二寸許之玻璃漏斗(甲)。

以粗銅絲(丙)自下插入。

將電池用炭片之無用者。

擣碎成小粒。(小於赤豆)

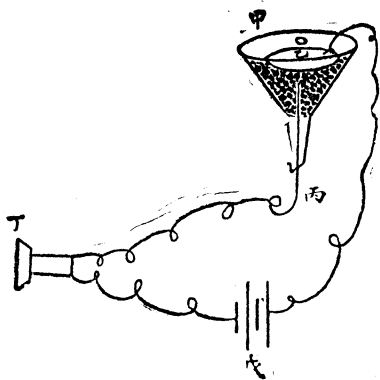
盛漏斗中。其上覆較口徑

稍小之馬口鐵圓板(乙)。

以導線之一端。用鑷鉗於

圓板(丙)之銅絲。與受話

圖 二 十 九 第



機(丁)及電池(戊)及圓板(乙)之導線相聯絡。如九十二圖。一人以受話機接於耳。一人向圓板發語。即聲音至微。亦得聞之。

備考。如無受話機。則以簡易電流表代之。惟其語不能聽取。但因向圓板發聲之變化。能見電流表磁針之種種運動。漏斗之內面。如塗舍來克。使之完全絕緣。結果尤佳。

己。水之電氣分解。選最長之試驗管二。近閉端處。縛以粗線。使可懸掛。如(九十三圖甲)。又用粗鐵絲二。各曲爲S形。如(乙)。擇極細之炭。截一寸許長。一端捲以粗銅絲。如(丙)。

曲其有餘之部分。令可懸於器緣。沒於水中處。塗以封蠟之酒精溶液。以防酸液之作用。次用茶杯盛

稀硫酸。(極

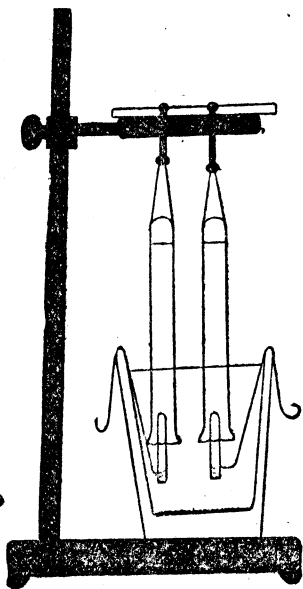
稀者)載於

曲頸甌臺。以

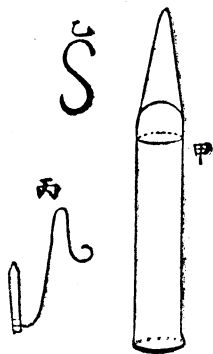
丙之電極懸

於杯緣。試驗

第 九 十 四 圖



第 三 十 九 圖



管盛水滿極。倒立其中。以曲頸甌臺環上之竹片或玻璃細管上所懸 S 字形之鐵絲。挾此管使勿倒。(九十四圖)

備考。此種裝置。並得分解鹽酸。接於電極銅絲之鉤。如懸於連結電池導線之兩端。則水之分解。輕氣集於陰極上所懸之管。養氣集於他管。

管內所集輕氣養氣之量。須用刻度表明之。惟舉示生徒之前。須先通電流。發生二氣體。使於水中十分飽和。以養氣溶解之度。大於輕氣故也。用木炭以取其易得。惟其缺點。比諸用炭條或白金板。結果少不佳。又如用稀硫酸。則以鉛

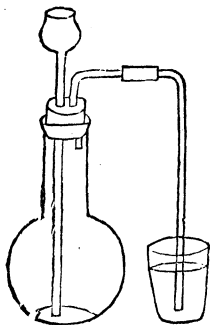
桿或鉛板爲電極亦可。

## 下篇

### 空氣

(一) 空氣之存在。取一平底燒瓶或厚玻璃瓶。加木塞。塞中插長頸漏斗及短曲管。別用長曲管一。一端沒入水中。一端用橡皮管與短曲管聯接。如第一圖。以指強捺橡皮管。漏斗中雖盛水。不易入瓶。去指則水入。空氣由長曲管之端發泡逸出。備考。參看物質之性質一之甲。

第一圖





注意。水宜著色。使易辨。又如物質之性質第五節丑所述。空氣有可壓性。故雖捺橡皮管甚堅。仍有水少許入瓶。

長頸漏斗可以下製之物代用。玻璃小漏斗。下端接橡皮管。管之下端。更插入長六寸許之細玻璃管。用粗鐵絲長八分許緊貼橡皮管。以線縛之。以防漏斗之動搖。如第二圖。

第 二 圖



(二) 空氣之必須

(甲) 空氣爲人生活上必不可缺之物。使學生閉口塞鼻一

三分時以實驗之。便較然易明。

(乙) 物質燃燒時。空氣又所必需。如以馬口鐵片蓋燃火洋燈之上口。或以溼紙貼氣孔。則火漸衰而至於滅。又以燈罩罩於燃火之蠟燭而塞其上口。則火亦滅。理與上同。

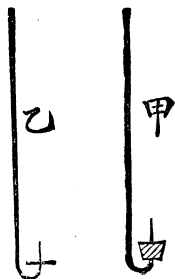
備考。息火壺中。可息炭火。木材燃燒。澆之以水則火滅。其理亦同。

(三) 空氣之成分 (附厚玻璃瓶切斷法)

(甲) 大燈罩上口。嵌以密合之木塞。分內容爲五等分。以四黑線識其處。更如第三圖之甲。取長一尺二寸許之粗鐵

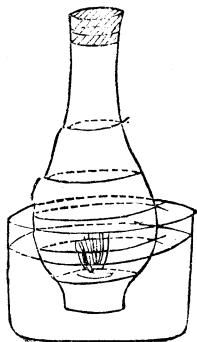
絲。於一端之一寸半處曲成並行線。削其尖端。貫以木塞。或如乙圖。貫一直徑四分許之馬口鐵圓板。

第三圖



以鐵錒固之。成一燭臺。以直徑八分許之馬口鐵圓板。擊其中央而凹之。置黃燐如豆大。薄塗脂油於底。浮之水上。以熱鐵絲之尖端輕觸黃燐。速以燈罩徐徐蓋下。則水由燐之燃燒。漸上昇至罩中。俟白煙既滅。乃將燈罩徐徐向左右動。

第四圖



搖令圓板沈下。並使內外之水面相等。此時燈罩內之水約占全容積五分之一。次以手掌塞燈罩之下口。出水倒置之。以著火之燭入其中。火即熄滅。如第四圖。

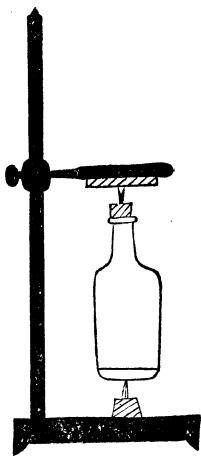
注意。燈罩中之空氣。以黃磷燒熱。遂至膨脹。而一部分逸出。故實際水在管罩之中。實占五分之一以上。

備考。圓板之底塗脂油者。取其易浮。以石蠟代之亦可。又以木塞代圓板。以管罩或去底之厚玻璃瓶代大口燈罩。皆可。

(附)厚玻璃瓶之切斷法。裝木塞於欲去底之厚玻璃瓶。

將當斷之處。以墨劃線記之。如第五圖。於曲頸甌臺鐵板上。置一插釘之木塞。釘尖適當瓶底之中央。別用厚板敲入一釘。以其尖端淺插該瓶上端木塞之中央。用挾輕壓木板。令瓶直立。然後徐旋轉其瓶。檢查黑線是否在水平面內。如不甚平。須將瓶之位置移改。次用左手徐徐旋轉其瓶。以吹管將酒精燈

第五圖



焰（愈細愈妙）之尖端繞黑線吹而熱之。濺之以水則瓶可斷。（參看上篇玻璃管

細工第一節

(乙) 取口徑五分長二尺許一端熔閉之玻璃管。分內容爲五等分。以黑線繫其處。納黃磷如豌豆大。木塞密閉之。以閉端入攝氏七十度至八十度之熱水中。磷卽熔融。此時手握閉端。將管急搖。使管內流動。磷當發白煙而與養氣化合。管冷後。在冷水中去木塞。水當昇至管中。占內容五分之一。注意。磷之分量。應多於與管中養氣化合之量。磷不足。結果必不佳。磷著手指。必受火傷。且其細粒侵入皮膚。則皮膚變成角質。治愈頗難。應用松香油鄭重洗去。更請醫生診

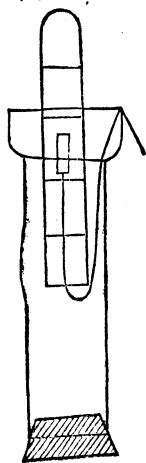
視。

(丙) 取口徑一分半長一寸五分許一端熔閉之玻璃管。納黃磷如黃豆大。侵於攝氏五十度左右之熱水中以融之。

取出其管。以長七八寸

之粗鐵絲插入磷中。既冷。磷必附著於鐵絲。次

第 六 圖



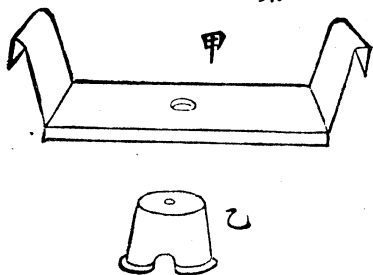
以上口裝木塞之管罩倒立之。盛水約五分之四。別取試驗管一分內容為五等分。繫以黑線。以磷附著之鐵絲納入管之中央。倒沈水中。如第六圖。數小時後。水當昇至管中。如使

管內外之水面成爲水平。則水當占管之五分之一。此實  
驗頗費時刻。然結果較前二法爲良。

養氣

(一) 水槽之製法。以煤油箱橫斷爲  
三。將上下兩部分之緣。折一二分。敲  
而平之。可得水槽二。其內外兩面。皆  
塗漆或煤黑油以止銹。又切開中央  
之部分。使闊三寸許。以製載瓶之架。  
如第七圖之甲。中央穿孔。直徑三分

圖 七 第





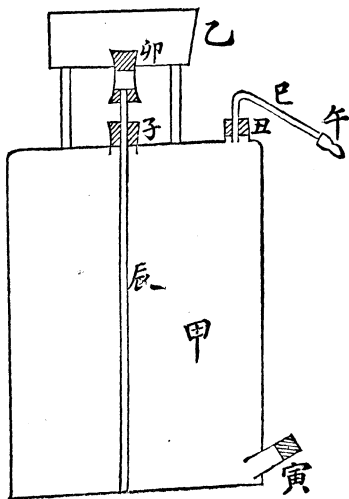
許。以馬口鐵片曲爲漏斗狀。用鐵鐸固之。以便集氣。板之左右兩端。折而曲之。以便懸於水槽之緣。水槽前後兩緣。各折三分許。使之下向。以防撓曲。並塗漆以止銹。

備考。取小花盆。用錘敲缺其邊緣之一部。以便插入加斯導管之尖端。如乙圖。可以之代架。以瓦或磚之破片兩片相並。沈置水中。最爲簡便。餅乾之空匣、花盆、木箱。並可代水槽之用。惟木箱之空隙。須用黏土、石膏等填塞。內面並須塗煤黑油。以防滲漏。

## (二) 加斯槽之製法及用法

(甲)製法。取煤油箱(甲)如第八圖。於其上部中央及一隅。各穿一孔。直徑皆五分許。以長七分許之馬口鐵管(子) (丑)各用鐵錐以固其口。又於側面最下方之中央。亦穿直徑八分許之孔。以長一寸二分許之馬口鐵管斜錐固之。各管皆裝適宜之木塞。別用馬口鐵製之盥盆(乙)。

圖 八 第



穿直徑五分許之孔於其底之中央。鐸一長寸許之馬口鐵管。兩端各嵌木塞。下方木塞中。插長一尺三寸許之細玻璃管。此管又貫(子)之木塞。殆達箱底。(丑)之木塞中。淺插玻璃曲管一。管之一端。附短橡皮管。盥盆又須用支柱。以便納水不傾。

備考。欲知箱中水面之高低。當於箱之側面上。下一垂線上。各穿一孔。用鑼鐸附短馬口鐵管二。裝以木塞。插入「」狀細玻璃管之兩端。

(乙)用法。拔去盥盆(乙)中央(卯)管上部之木塞。盛水

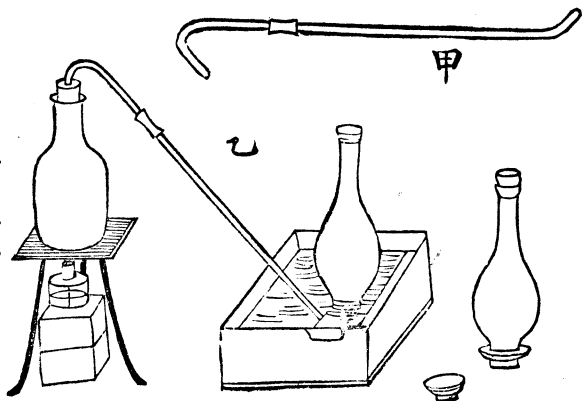
其中。既滿。由(午)之橡皮管流出。則用橡皮管挾夾之。卯管之木塞。依舊裝上。乃拔(寅)管木塞。插入加斯導管之尖端。加斯蓄積既畢。寅管再裝木塞。用加斯時。(乙)盆盛水。拔(卯)管木塞。插導管於橡皮管中。一端沒於水中。然後開橡皮管挾。

注意。出加斯時。盥盆之水。萬不可罄。

(二)養氣之製法。取磁製燒瓶一。選適宜之木塞。插入第九圖甲所示之曲管。而嵌於燒瓶。曲管之一端沒入於水內。以酒精燈微熱燒瓶之底。水中管端如出氣泡。則爲氣密之證。

否則壓木塞較深於前。復試之。氣猶不密。須換木塞。取綠酸鉀五錢許。入蒸發皿。置砂皿上使乾燥。又用二養化錳末二錢許。別以皿乾之。並納燒瓶中。加極乾細砂等分裝木塞。振盪混和之。置燒瓶於鐵網上。置曲管之端於水槽架

第 九 圖



之孔下。以裝木塞而盛水極滿之燈罩對其上口。立於架上。如第九圖乙。以酒精燈熱燒瓶。初時其中空氣發爲氣泡而出。故俟燈罩中所集氣體之量。約與燒瓶中空氣相等。卽棄去之。乃用試驗管試驗燒瓶中所出之氣體。以火柴之餘燼放下。能更著火。卽知其爲純粹之養氣。然後蓄之於加斯槽。或集之於五六燈罩之中。遞行次節所述各種之實驗。實驗既畢。出導管於水。隨去酒精燈。

注意。綠酸鉀與二養化錳混和。必須乾燥。又用乳鉢研綠酸鉀爲末。須注意防砂粒等雜入。

備考。本節用磁製燒瓶者。因玻璃燒瓶破損最易。由綠酸鉀等所出之水氣。至冷處而成水滴。落於熱處。燒瓶以此屢遭破損。防之之法。務選瓶之小者。將綠酸鉀等裝至半瓶以上。橫置其瓶。口略向下。使水滴得流入導管中。又以燙酒瓶（亦以磁製日本常用之）代磁製燒瓶。以管罩廣口瓶等代大口罩。皆可。無砂皿。則以馬口鐵或鍍鋅鐵板彎折四邊代之。

（四）養氣之性質

（甲）準備。①以直徑六七分之馬口鐵圓板二三片。擊其

中央而凹之。用細鐵絲懸掛。如第

十圖甲。以代燃燒匙。(2)以長七

寸許之粗鐵絲數本。一端緊縛火

柴。(3)以極細鐵絲(不鍍鋅及錫者)用銼銼之。捲於細玻

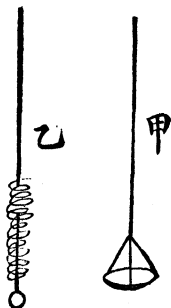
璃管作螺旋狀。一端插入火柴。一端聯接粗鐵絲。(2之鐵

絲亦可)如第十圖乙。

備考。抽鐵網上鐵絲用之亦可。(4)以櫟樹或檜樹少許。

燒之爲炭。取其炭皮之小片。結於細金屬線。而懸於粗鐵絲

之一端。(5)空氣第三節甲所述燭臺之燃燒匙中。插一短





燭。

(乙)

實驗。

(1) 以火柴之餘燼入養氣中。能再燃燒。(參

照準備3)

(2) 納入蠟燭之餘燼。亦能更著火。(參照準

備5)

(3) 以硫黃燐等置燃燒匙。點火入養氣中。則較空

氣中燃燒尤烈。

(4) 以一端縛已燃之炭皮小片入養氣中。

則火花飛散。燃燒甚盛。(參照準備4)

(5) 點火於插入螺

旋狀鐵絲中之火柴。入養氣中。鐵絲火花四發而燃燒。(參

照準備3)

注意。

如用廣口瓶或玻璃圓筒行此實驗。其底須豫鋪細

砂約厚三四分。或置水深八分許。否則鐵絲燃燒。火星下墜。底必破損。

水

(一) 水之性質

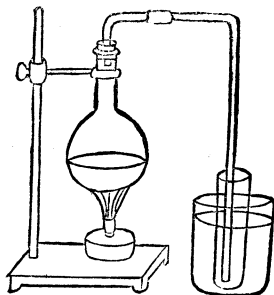
(甲) 狀態之變化。

(1) 水熱則成蒸氣。蒸氣冷再爲水。擇一小燒瓶或粗試驗管。盛水及半。裝木塞。插入有尖口之細玻璃管。下端透出木塞即足。用酒精燈熱瓶底。則水蒸氣盛由尖口烹出。水蒸氣雖不能見。俟稍冷後。所生白霧在離尖口稍高之處。可明見。

之。又用小燒瓶入水三分之一。裝插有曲管之木塞如第十一圖。曲管之一端。達於試驗管底。別以燒杯盛冷水。置試驗管其中。然後燒瓶之底。則所生水蒸氣。積於試驗管底。

備考。如欲用右之裝置。明示蒸溜法。則雜炭屑於燒瓶內水中。或和入紅色水等。加以顏色。使易辨別。而集於試驗管之水。則無色無味無臭。可明試也。又燒杯中可置空氣寒

第 十 一 圖



暑表。(物質之性質第六節丁之一) 以視杯內水之溫度上昇。蓋水蒸氣化爲液體時。須發熱也。此實驗用蒸溜器

(物質之性質第十一節)亦可。

(2) 水、冷、則、成、冰。置雪或用鉋削成之冰屑於燒杯中。並和食鹽。約當其重量二分之一。以納水少許之細試驗管徐攪之。管中之水當結冰。燒杯外面當有霜附著。霜由空氣中之水蒸氣結晶所生也。

備考。氣溫不降至冰點下三度以下。則霜不生。其常用寒劑之藥品重量。備錄如左。

	冰(或雪) 食鹽	硝酸銦 水	硫酸鈉 鹽酸	磷酸鈉 稀硝酸	
重量之	1 : 2	1 : 1	5 : 8	1 : 9	比例
混合前	0°	10°	10°	10°	之溫度
混合後	-22°	-15°	-17°	-29°	之溫度
溫度之	22°	25°	27°	39°	降下

(乙) 水爲熱之不良導體。  
取試驗管一。如第十二圖。近口

理化器械製造法

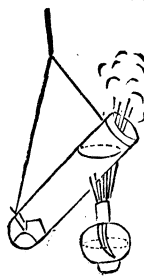
近底處。皆用細鐵絲縛而斜懸之。納水其中。以小冰塊與小石子相結。沈諸水底。而熱管之上部。雖至沸騰。下部之冰不爲融解。此水不傳熱之證也。冰如

冰如

第二十

不易得。可令學生手觸試驗管之底。以試其熱不傳於底部之水。惟一

圖



多數學生。不能實驗。當用沃度澱粉（冷時色青熱則無色）之小塊。沈諸水底。初熱管之上部。使之沸騰。沃度澱粉絕不變色。既使各生察視。然後熱其底部。卽變爲無色。如池水等僅止表面結冰。亦一實例也。

備考。沃度澱粉之製法。先煮澱粉成糊。加沃度丁幾（即

碘酒）二三滴即成。

（丙）水能溶解他物。

（1）取白糖五錢許。置茶杯或燒杯中。更注清水二錢許。攪拌之。糖必全溶。（白糖溶解水中。其水視糖之重量。僅需三分之一）次再攪拌。再加糖。至不能悉溶。乃置茶杯於火上。溫之。其糖尚能溶解。

（2）盛水一兩許於茶杯。加食鹽二錢於中。攪拌之。悉能溶解。

備考。水溶解食鹽之量。零度時。視水之重量可溶十之三。  
 六。百度時。可溶十之四。〇。

(3) 盛水於試驗管約四分之三。通以養氣。(輕氣或炭酸亦可) 二三分時。置燈上溫之。水中當發小氣泡。所汲井水亦然。

備考。下列氣體數種。所以示對於零度之水溶解之限度。

養氣 〇・〇四 輕氣 〇・〇二

阿摩尼亞 一一四八・〇〇 炭酸氣 一・八

淡氣 〇・〇二 綠化輕 五〇三・〇〇



(二) 水之清潔法

(甲) 沈澱法。

(1) 以茶杯盛水。加白墨之粉末而攪拌之。靜置片時。粉末沈澱而水甚清。

(2) 以茶杯盛濁水。(用黏土等雜於清水攪拌而製之亦可) 加濃厚之明礬水少許。靜置一小時。則污物沈於器底而水甚清。

(乙) 濾過法。(附漏斗臺製法)

(1) 管罩上口裝木塞。插細玻璃曲管倒立之。納黃豆大之木

炭小塊約深四寸許。上鋪細布兩層。復納細砂及小石各深寸許。再鋪細布。而以稍大之小石數塊鎮之。此爲濾水器之模型。次於水中置炭屑或白墨粉。並和有機色質如立低暮司（牽牛花紫蘇葉等所絞之汁亦可）等溶液。或紅色水少許於中。通過管罩。由玻璃曲管而出。則水變爲無色而澄清。

第三十圖



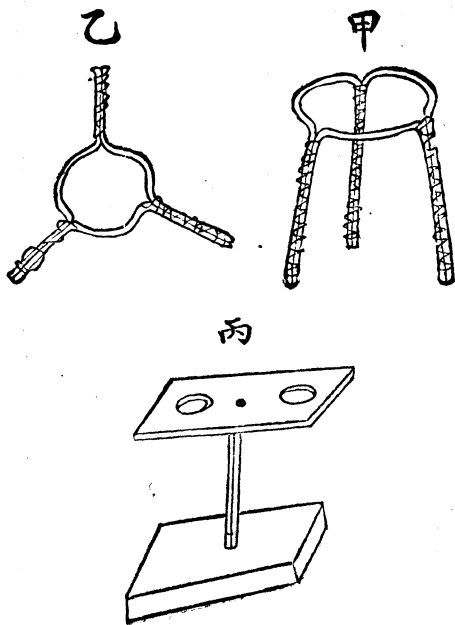
(2) 以長二尺許之粗玻璃管。於其一端裝上項實驗所用插玻璃曲管之木塞。納木炭或獸炭屑約深尺許。將立低暮司

液等濾過。則其色全失而爲無色。又以赤糖之水溶液濾過。亦爲無色。

(3)取圓濾紙一張。析而爲四。製四分圓。一面三層。一面一層。展開成圓錐形。置漏斗中。使大小適合。若不適合。則第二次之折法。須略爲加減。然後用清水微溼濾紙。令緊貼於漏斗內面。不復有氣泡之存。次載漏斗於漏斗臺。以茶杯或試驗管置其下。漏斗管之端。須略在杯緣之下。亦如(1)之實驗。以茶杯或燒杯盛濁水。茶杯之口。與漏斗管孔相對。而注之於濾紙之一側面。其水須在漏斗八分左右。不可更多。濾過

液體之中。如更和立低暮司等。炭屑仍能除去之。  
備考。如  
無漏斗臺。  
而其漏斗  
甚大。可以  
曲頸甌臺  
代之。惟用  
左法製漏  
斗臺。亦至

圖 四 十 第



簡易。

以一尺二寸長粗鐵絲三本。彎成同形如第十四圖甲。以細鐵絲繞之。此物亦可用爲三腳臺。如需載於曲頸甌臺之環上。製法當如乙圖。

或以闊二寸五分長七寸許之厚板。於中央立柱。其上更釘一板。穿大孔。使漏斗之下部得以插入。如丙圖。

(丙) 蒸溜法。

(1) 最簡單之法。可用水第一節(甲)之(1)之裝置。

(2) 用蒸溜器之法。參看上篇物質之性質熱之第十一節。

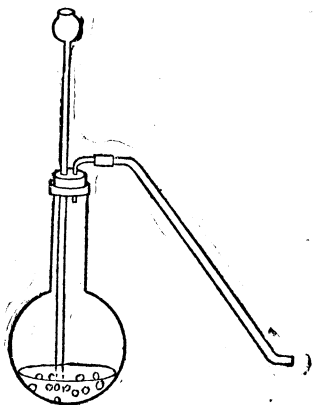
(三) 水之成分。用電氣分解水之成分。其法可參照上篇物質之性質流動電氣第六節。其合成法於次章述之。

輕氣

(一) 發生輕氣之裝置

(甲) 最普通之裝置。如第十五圖。以容半立得爾許之平底燒瓶。納粒狀之鋅。裝木塞。塞中插長頸漏斗及彎成直角

第十 五 圖



之短玻璃管。管之一端。用橡皮管與長曲管連接。

備考。廣口瓶可代燒瓶。又長頸漏斗代用品之製法。參照空氣第一節。注於鋅中之稀硫酸。用濃硫酸一倍加水六倍至十倍稀釋之。

(乙) 橡皮球中裝入輕氣之法。以啤酒之空瓶代燒瓶。納粒狀之鋅。注入冷稀硫酸。(濃硫酸中和水五六倍者) 速裝木塞。塞上預插有尖口之短玻璃管。

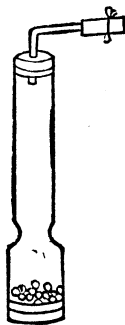
備考。管之設尖口者。所以便於插入橡皮球之口也。

(丙) 使用最便者。爲計布氏 (Kipp's) 之裝置。惟其價不廉。

茲述代用品之製法用法如左。

(1) 取管罩一。下口裝木塞。塞上穿小孔數個。塗已溶之石蠟或浸諸油中。以防硫酸之作用。納粒狀之鋅於中。上口裝密合之木塞。插入短曲管。曲管之一端。又接橡皮管。加橡皮管挾。(十六圖) 乃以管罩立於盛稀硫酸之器中。開管挾。稀硫酸上昇罩中。與鋅相遇。遂生作用。發生輕氣甚盛。惟管挾既閉。則罩中之酸。爲輕氣壓力所逐。輕氣之發生亦止。

圖六十第

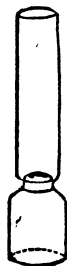




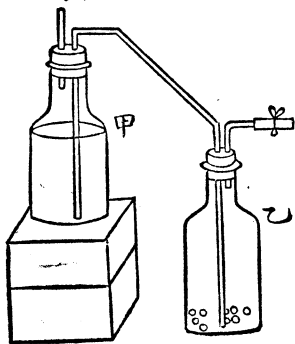
備考。如無與管罩下口相當之木塞。則用木特製。或如十七圖。插木塞於管罩細隘處。又盛稀硫酸之物。如用本生電池之陶器。當並用十四圖之三脚圈。以防管罩之倒。製輕氣如甚少。底上穿小孔之粗試驗管亦可用。

(2) 取容一磅之瓶或平底燒瓶二個。如十八圖。甲瓶之木塞。插曲管及直管之短者各一。乙瓶

圖七十第



圖八十第



之木塞。插短曲管及直管之長者各一。直管達於瓶底。曲管之一端接橡皮管。加橡皮管挾。甲之曲管與乙之直管。用長橡皮管連接。甲瓶盛稀硫酸。乙瓶納鋅。置甲於臺。而開橡皮管挾。由甲之直管吹入空氣。則稀硫酸入於乙。遇鋅生作用而發輕氣。閉管挾。將兩瓶之位置相易。乙瓶內之稀硫酸。因受輕氣之壓力。逆流於甲瓶。輕氣之發生停止。

注意。乙瓶之木塞。須格外氣密。

以上各種裝置。發生硫化輕。皆為適宜。

(二) 輕氣之性質

(甲) 準備。

(1) 石鹼水之製法。取普通妝品石鹼(哇勒因酸鈉最妙)約一格蘭。入清潔之瓶。注蒸溜水或清水四十立方生的米突。加塞靜置之。以俟石鹼全然溶解。(不宜加熱以促之)乃加純粹之各里司林十六立方生的米突。甚振盪之。置暗處二三日。將上部之澄清者別傾於清潔之瓶中。加強阿摩尼亞水一滴密封之。包裹而儲之暗處。可保存數年。

(2) 以長一尺二寸許之粗鐵絲。一端捲於燭上。彎折之如十九圖。或如空氣第三節所述。插木塞於鐵絲之一端。而將馬

口鐵小圓片鐸固之亦可。

(乙) 實驗。行下列各實驗。先須確

知輕氣之純粹與否。其法用試驗管

裝水。倒立水槽中。使管中水與輕氣

互換。以拇指塞管口取出之。仍倒立而持其底部。以其口觸

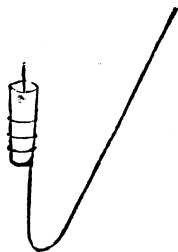
燭火。如發爆鳴。則爲尙雜空氣之證。更試驗數次。至管口著

火。靜以燃燒。更不發音爲止。

(1) 輕氣有可燃性。無保燃性。用玻璃筒或廣口瓶或養氣

實驗用之大口燈罩集輕氣。以點火之燭入其中。如二十圖。

第十圖

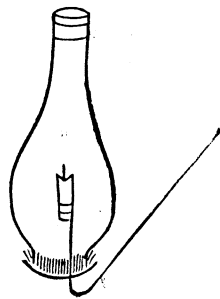


則燭滅而輕氣在罩之下口燃燒。及將燭徐徐取出。經其下口。能再著火。

(2) 雜有空氣之輕氣。著火則發爆鳴。擇厚壁之試驗管。集輕氣約五分之四。出諸水中。管內即入空氣約五分之一。緊塞管口。上下顛倒二三次。以燭火觸之。則發爆鳴。

(3) 輕氣較空氣為輕。注意。此實驗所用輕氣。稍不純亦可。

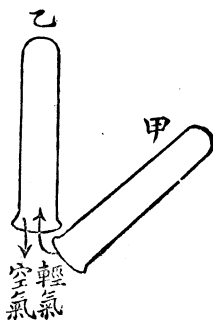
第 二 十 圖



(呷)以滿裝輕氣之試驗管甲倒持之。以其下口接於倒持之空試驗管乙。徐下甲管之底。使兩口接合。須臾之間。輕氣可全移於乙管。以火近乙管之口。則發爆鳴。此爲輕氣已入乙管之證。注意。火近口時。務持乙管之底部。

(叱)用指緊捺裝置(甲)(乙)之橡皮管。而令導管之端蘸石鹼水少許。管口向上。徐放橡皮管。則生石鹼球。俟球大小適宜。急搖其管。球當飛舉。

第 二 十 一 圖



(丙)裝橡皮球於裝置(乙)之玻璃管上。令輕氣充滿其中。俟球大至十分。以長線之一端緊縛其口。脫去玻璃管。球即上舉。

備考。行此實驗。第一裝置不甚相宜。可用第三之(2)。用(2)之裝置。長橡皮管上應用挾挾之。如欲用第一裝置。則長八寸許之玻璃管上。須裝寸許之橡皮管。將漏斗之管口插入。以代長頸漏斗。鋅中既注稀硫酸後。須用線緊縛橡皮管。否則橡皮球不能膨大。

(丁)物理學用天秤之一邊。倒懸燒杯或燒瓶一。一邊盤中

則置砝碼。使之平均。由下面納輕氣於燒杯中。此邊分量當減輕。而天平桿向上。(參看炭酸氣第二節乙之4)

備考。用普通桿秤亦可。

(4) 輕氣在空氣中燃燒。則能生水。發生器所出之輕氣。既

已純粹。乃今輕氣通過裝鹽化鈣之管或濃硫酸中。俟十分乾燥。點之以火。而以盛冷水之燒瓶或燒杯。用架置於火焰之上。則瓶底當生水滴。

注意。出自乾燥器之輕氣。非確知其純粹。萬不可點火。偶一粗浮。發生器必有爆烈之恐。又燒瓶中置冰片少許亦



可。

### 碳酸氣

(一) 碳酸氣之製法。將大理石(石灰石或方解石亦可)片碎爲豌豆大。納諸廣口瓶或平底燒瓶。裝木塞。插入長頸漏斗及加斯導管。由漏斗注水。以足覆大理石爲度。以導管之一端。達於瓶底。復加濃鹽酸或硝酸少許。則自大理石中發生碳酸氣之氣泡。約二三分時後。以燭火入筒中試之。如至筒口卽滅。卽爲碳酸氣已滿之證。

注意。此實驗既用大理石等。不能以硫酸代鹽酸蓋硫酸

與大理石遇。則生作用而成硫酸鈣。在水中不能溶解。其薄膜覆於大理石片。妨礙酸之作用。加斯之發生亦止。

備考。發生輕氣之裝置。亦可製碳酸氣。如無大理石。可以碳酸蘇達（即洗濯用之蘇達）或重碳酸蘇達代之。有時用稀硫酸亦可。又雞蛋殼之主成分。實為碳酸鈣。緩急之時。亦得代大理石之用。

(二) 碳酸氣之性質、

(甲) 碳酸氣重於空氣。

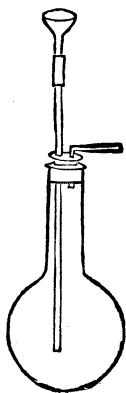
(1) 以其重於空氣。故碳酸氣亦得如水之注入器中。此氣之

存在與否。亦可用燭火驗之。詳述製法條下。

(2) 滿裝炭酸氣之石鹼球。在空氣中必向下沈。(參看輕氣之性質乙3之兩)

(3) 以橡皮球裝滿空氣。置於圓筒之底。注炭酸氣於筒中。則球上舉。用二十二圖之裝置。裝空氣於橡皮球中。其法以平底燒瓶或厚玻璃瓶加木塞。插入長一尺五寸許之細玻璃管及有尖口之曲管。長管之一端。用橡皮管接一漏斗。(有長頸漏斗尤妙) 曲管之

圖二十二

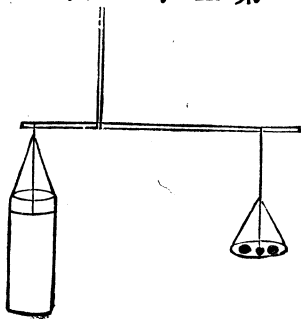


尖口。裝橡皮球。由漏斗注水於瓶。則球漸膨大。俟大至十分。乃用線緊縛其口。

注意。此處所用管須極長。惟管長則重。瓶乃易倒。故須繫之於柱。然後注水。如以水銀代水。則管無須過長。

(4)取長尺許之粗鐵絲。以麻線懸而平之。一端懸石蠟紙製成之袋。或茶葉瓶。一端懸馬口鐵圓板載石子。令鐵絲成水平。(參看桿秤之製法)袋中注入炭酸氣。則懸

圖三十 第二



袋之端必下降。

(乙) 無保燃性。

(1) 置短燭於茶杯之底點火。注入炭酸氣。其燭即滅。(參看

第一節)

(2) 盛煤油(或酒精或以脫均可)少許於茶杯。點火。至燃燒極盛時。注以炭酸氣。則火即滅。

(丙) 炭酸能溶解於水。及其普通性質。以厚玻璃小瓶盛冷水約及半。而集炭酸氣於其上。以掌塞口。多振盪之。嘗之。覺有酸味。乃分裝數試驗管。納青試驗紙。則能變為赤色。惟

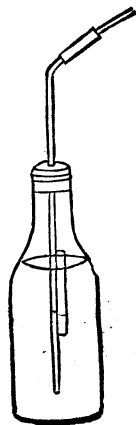
燒熱其管。則碳酸氣成小氣泡他逸。水中酸味遂失。青色試驗紙不復能變赤。(參看水第一節丙之3)

(丁)對於石灰水之作用。以試驗管盛石灰水。通碳酸氣於中。則成白濁。惟繼續通入。爲時既久。則白濁消滅。此與一時發生之硬水同理。是時如將試驗管燒熱。白濁能再發生。

(三)輕便、息火器模型製法。取啤酒瓶一。擇密合之木塞。插入一端。少曲而長尺許之細玻璃管。用綿線繫極小試驗管於管上。木塞之下端及綿線上。皆塗石蠟。以防硫酸之作用。瓶中納重碳酸蘇達濃溶液約五分之四。注濃硫酸於試驗

管。裝木塞極緊。試驗管之口。須高出蘇達液面四五分。玻璃管之下端。離瓶底

第二十四圖



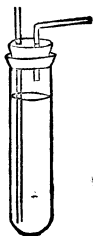
約七分許。曲管之上端。用橡皮管與長三寸許一端有尖口之玻璃管連接。(二十四圖) 捺下玻璃管。使下端殆達瓶底。則炭酸氣發生。因其壓力。水與氣皆由尖口噴出。故得息滅。方燃之薪炭。

備考。如欲將瓶略斜。令水噴出。其始即應將管之下端達於瓶底。如欲倒轉其瓶。使之噴水。則管之入瓶。務宜極淺。

(四) 空氣中有無碳酸氣之證明法

(甲) 如二十五圖。取最粗之試驗管。選密合之木塞。插入直管及短曲管各一。直管應差達瓶底。曲管之下端。僅須略出木塞下。次以澄清之石灰水入試驗管。約五分之四。裝上木塞。以口吸曲管。則空氣由直管而入石灰水中。其中如雜有碳酸氣。必生白濁。

第二十五圖



備考。曲管上如嵌五寸許之橡皮管。管之一端。插入短玻璃管。以口吸之。尤為便利。又可以小瓶代試驗管。則木塞中

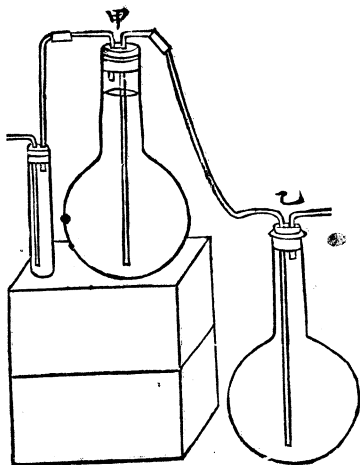


但當插入直管二。

(乙)如欲用吸氣器代口吸。則裝置如次。

吸氣器之製法。取平底燒瓶之大者或厚玻璃瓶二個。選密合之木塞。插玻璃曲管二。其一須長。下端差達瓶底。一下端僅須略出木塞下。裝水於甲瓶滿之。甲乙皆加木塞。甲之短曲管

圖 六 十 二 第



與乙之長曲管。用長橡皮管連接。用物墊甲瓶。使其底較高。於乙瓶之口。以甲之短曲管與試驗管之曲管連接。如上圖。用口吸乙之曲管。則由虹吸之。理甲瓶之水。入於乙瓶。而空氣亦通過試體管之石灰水中。而入於甲。俟甲水悉移於乙。則將兩瓶之位置互換。再當如前。如是數次。則石灰水因空氣中之碳酸氣而生白濁。(參看第二節丁)

備考。如省去乙瓶。用盥盆等盛水以取簡便。亦可。

(五)呼氣中之碳酸氣。以細玻璃管入石灰水中吹之。如生白濁。則知呼氣中有碳酸氣。

(六) 炭酸氣因薪炭等燃燒而生。因薪炭煤油等燃燒而生炭酸氣。用第四節之裝置。可證明之。離炭火五六寸高處。以漏斗倒持之。用橡皮管使漏斗管與玻璃曲管相接。曲管之上端。再用橡皮管與二十六圖插入試驗管之曲管相接。試驗管中之石灰水。遂生白濁。如第四節(乙)所述。(參考第

#### 四節乙)

煤油、蠟燭燃燒時。亦可用此法證明炭酸氣之發生。

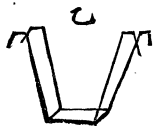
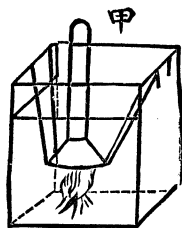
(七) 植物得日光之助。能分解炭酸氣。

(甲) 予光第八節辛之(1)實驗光線屈折所用之水槽。盛水

約十之八。通入炭酸氣。使之飽和。又如二十七圖。以粗鐵絲二彎折之。繫以細鐵絲。使成一架。掛於水槽。而置養金魚之水藻於其下。架上覆漏斗。裝水於試驗管滿之。倒置漏斗之上。漏斗管置試驗管中。(上圖甲)乃以水槽之玻璃片面日光。使水藻受日光甚足。數小時後。試驗管之底部。當有氣體集於其中。納入火柴之餘燼。如能再燃。則其氣體為養氣可知。

備考。槽中置甚低之三脚架。載鐵絲網。覆漏斗其上。亦為

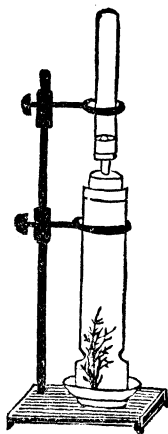
第二十七圖



合宜。

如有玻璃圓筒。則用粗鐵絲製「」形之物三本以支漏斗。  
(乙)不用玻璃圓筒。并不用漏斗。則如二十八圖之裝置。於  
管罩之上口裝木塞。淺  
插短玻璃管。之管一端。  
裝寸許之橡皮管。又用

第二十八圖



試驗管一。淺插短玻璃管。一端插於橡皮管中。裝水滿之。並  
置養金魚之水藻於管罩內。直立於盛水之皿。以曲頸甌臺  
支之。曝於日光。數小時後。約氣體集於試驗管已足。用指堅

擦橡皮管。離去管罩。管口向上。去木塞。試驗養氣如前。

中華民國五年四月初版



此書有著作權翻印必究

著者 校訂者 發行所 印刷所 總發行所 分售處

教育叢書

第十二編

定價大洋壹元陸角

第九實驗理化器械製造法一冊

每冊定價大洋叁角伍分

無錫蔡文森

海鹽朱元善

上海河南路北首寶山路

上海棋盤街中

北京天津保定奉天吉林長春龍江濟南

東昌太原開封洛陽西安南京杭州閩

吳興安慶蕪湖蚌埠南昌袁州九江漢口

武昌長沙寶慶常德衡州成都重慶福州

廈門廣州潮州汕頭澳門香港桂林

梧州雲南貴陽哈爾濱新嘉坡

