

渥美銳太郎著  
株式會社泰東同文局譯

# 理化學階梯

大日本

株式會社泰東同文局

明治  
40 7 18  
丙午



序

今日之文明、全係理化學進步所至、即如殖產工業運輸交通之便、固莫非理化學智識之應用、其他如日常生活上、所需之飲食物、醫療藥物、或如軍事上之器械、火藥之發明、亦皆係取源於理化者也、故生於文明之今日、而處斯世者、苟無斯學之知識、必非常困難、或陷於迷信、或惑於虛妄、以致精神不安、非獨箇人如是、必釀成社會之害、於是不顧非材、特爲清國青年、著此一書、使啓理化之端、而浴文明之澤云、且若由此而得悉雷電風雨之變、虹霓陰火之怪、水火之性、是又不獨諸青年之幸福已也、

明治四十年六月

著者識

序



# 理化學階梯

## 目次

第一章	空氣	
第一節	空氣	一
第二節	風	二
第三節	空氣之壓力	三
第四節	晴雨表(晴雨計)	五
第五節	關於空氣壓力之器具	七
第六節	空氣之成分	一
第七節	酸素(氧氣)	三
第八節	燃燒及呼吸	五
第九節	動植物與空氣之關係	六



第十節	碳酸氣(炭氣)	一九
第十一節	安母尼亞	二一
第二章	水	
第一節	水	二三
第二節	雨	二五
第三節	水之壓力	二八
第四節	水之浮力	三〇
第五節	比重	三二
第六節	水之成分	三四
第七節	水素(輕氣)	三六
第三章	熱	
第一節	物體之三態	四三

第二節	熱源	四四
第三節	物體之膨脹	四五
第四節	寒暑表(寒暖計)	四七
第五節	蒸發及沸騰	五〇
第六節	熱之良導體及不良導體	五一
第七節	熱之環流	五三
第八節	熱之輻射	五四
第四章	燃料及燈光	
第一節	煤(石炭)	五六
第二節	木炭	五七
第三節	煤油(石炭油)	五九
第四節	蠟燭	六一



第五節	洋燈	六二
第六節	煤氣燈(瓦斯燈)	六四
第七節	電氣燈	六六
第五章 光		
第一節	發光體	六八
第二節	陰影	六九
第三節	日蝕及月蝕	七〇
第四節	光之反射	七二
第五節	光之屈折	七六
第六節	光之分解	七七
第七節	虹霓	七八
第八節	顯微鏡	八〇

第九節	眼球	八三
第十節	眼鏡	八六
第十一節	照相	八六
第十二節	幻燈	八七
第六章 音		
第一節	音之原因	八九
第二節	音之傳達	九〇
第三節	音之反射	九一
第四節	音之性質	九二
第五節	發聲機關	九四
第六節	聽聲機關	九五
第七節	留音器(蓄音器)	九七



第七章 重要金類及化合物

第一節 黃金	一〇〇
第二節 銀	一〇一
第三節 銅	一〇二
第四節 錫及亞鉛(銻)	一〇三
第五節 鉛	一〇四
第六節 鐵	一〇五
第七節 水銀(汞)	一〇七
第八節 鋁(亞爾密紐謨)	一〇七
第九節 鈣(加爾叟謨)	一〇九
第十節 石炭	一一二
第十一節 鉀(加留謨)及鈉(那篤留謨)	一一三

第十二節 食鹽.....一一五

第十三節 硝石及火藥.....一一八

第八章 重要製造工業品

第一節 玻璃.....一二一

第二節 陶磁器.....一二四

第三節 石鹼(胰子).....一二五

第四節 火柴(自來火又燐寸).....一二七

第五節 硫酸(硫強水).....一二九

第九章 普通有機物

第一節 有機物.....一三三

第二節 澱粉(小粉).....一三四

第三節 砂糖(糖).....一三五



第四節	植物纖維素	一三七
第五節	脂肪及油	一四〇
第六節	蛋白質	一四一
第七節	酒精	一四三
第八節	醋酸	一四四
第九節	醱酵	一四六
第十節	茶及煙草	一四八
第十一節	鴉片	一五〇
第十二節	樟腦	一五一
第十章	力及器械	
第一節	力	一五三
第二節	地球引力	一五四

第三節	振子(擺)	一五七
第四節	働及反働	一五七
第五節	圓運動	一五八
第六節	槓杆	一五九
第七節	斜面	一五二
第八節	蒸汽機關	一六四
第十一章	磁氣	
第一節	磁石	一六六
第二節	磁石之兩端	一六七
第三節	磁氣之感應	一六八
第四節	磁石之製法	一六九
第五節	地球之磁氣	一七〇



第六節	羅針盤	一七一
第十二章	電氣	
第一節	發電	一七三
第二節	電氣之導體及不導體	一七三
第三節	二種之電氣	一七五
第四節	驗電器	一七七
第五節	電氣之配布	一七八
第六節	電氣之感應	一八〇
第七節	發電機	一八二
第八節	列田壩	一八四
第九節	雷電	一八五
第十節	無線電信	一八八

第十一節	電流	一八九
第十二節	電池	一九〇
第十三節	電信機	一九二
第十四節	電鈴	一九五
第十五節	越氣斯放散線	一九六
第十六節	電話機	一九九
第十七節	電氣鍍金	二〇一

理化學階梯目次終



第六節	羅針盤	.....	一七一
第十二章	電氣		
第一節	發電	.....	一七三
第二節	電氣之導體及不導體	.....	一七三
第三節	二種之電氣	.....	一七五
第四節	驗電器	.....	一七七
第五節	電氣之配布	.....	一七八
第六節	電氣之感應	.....	一八〇
第七節	發電機	.....	一八二
第八節	列田壩	.....	一八四
第九節	雷電	.....	一八五
第十節	無線電信	.....	一八八

第十一節	電流	.....	一八九
第十二節	電池	.....	一九〇
第十三節	電信機	.....	一九二
第十四節	電鈴	.....	一九五
第十五節	越氣斯放散線	.....	一九六
第十六節	電話機	.....	一九九
第十七節	電氣鍍金	.....	二〇一

理化學階梯目次終

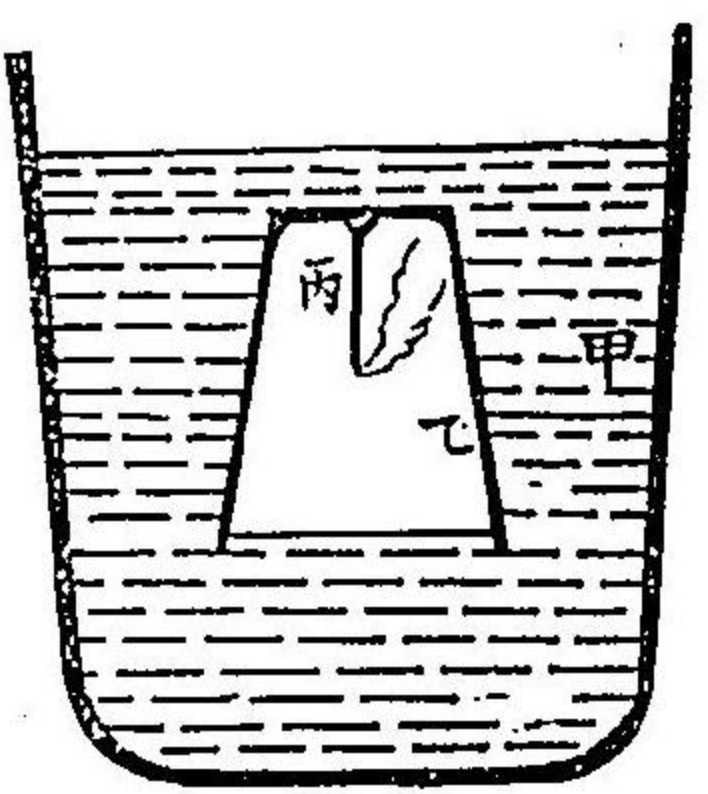


理化學階梯

第一章 空氣

第一節 空氣

第一圖 證空氣存在之裝置



(甲)水 (乙)杯 (丙)線香  
空氣

試以杯倒置水中、而水不入焉、蓋杯中有物、以阻水之竄入、固非目所能見、如第一圖所示、於杯底用蠟粘線香點火、倒沈水中、少時取出驗之、火仍不息、此因水不能入杯中、以杯中有物存焉、此物為何、名曰空氣。

大日本 渥美銳太郎著  
泰東同文局譯

空氣存在之證



空氣之所

又試取小瓶、倒沈水中、使其口漸傾向上方、則見水面上吐出無數氣泡、而水亦漸滿瓶內、此氣泡、即瓶中原有之空氣也、又如疾走則有物觸面、揮扇則生微風、草木之因風而靡、白雲之浮大空、皆空氣存在之證也、空氣無處不有、無微不入、我之四圍、皆空氣之所在也、其包圍地球之狀、恰如卵白之包卵黃、然其高至幾何、則衆論未一、大約有百二十清里云、

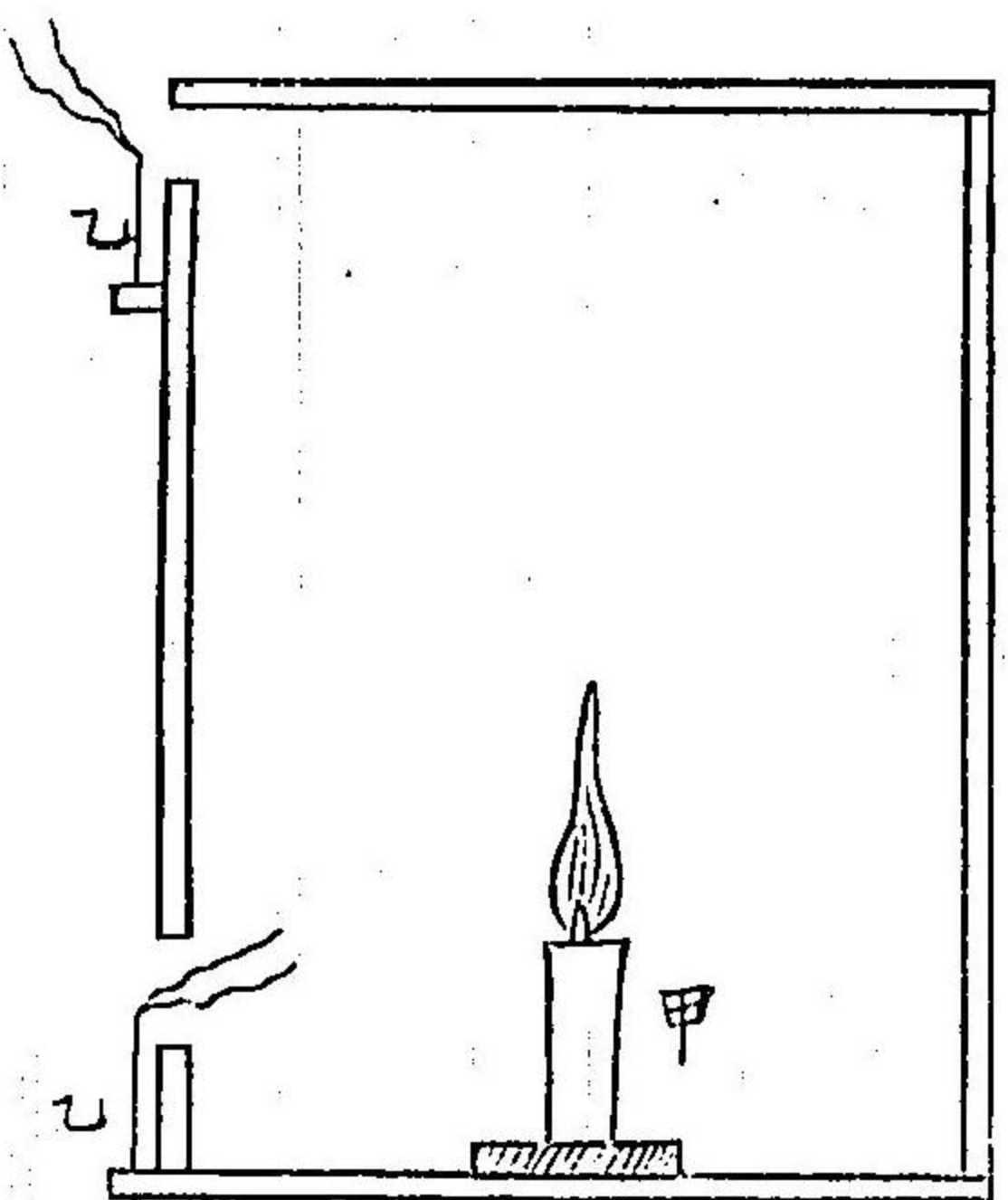
### 第二節 風

空氣之流

燃火於室、溫其空氣、然後開戶、則室內之暖空氣、必由上方吹出、而室外冷空氣、由下方吹入、如第二圖、燃線香於門之上下、觀其烟之向內外吹動可知矣、風之起也、亦同是理、蓋因某地受太陽之熱、其空氣暖、即輕而上昇、他地之冷空氣直吹入補之、空氣之流動生焉、故風之方向、隨地隨時而異、雖一日之中、亦有不同、

風之利害

第二圖 示空氣流動之裝置



(甲)蠟燭 (乙)線香

暴風猛烈之時、至於覆船破屋、拔木傷禾、損害實多、而尋常之風、則不然、益世利民之効甚大、植物結實之媒介、種子之散布、以至分散濕氣、調和溫度、運輸船舶、皆風之功也、

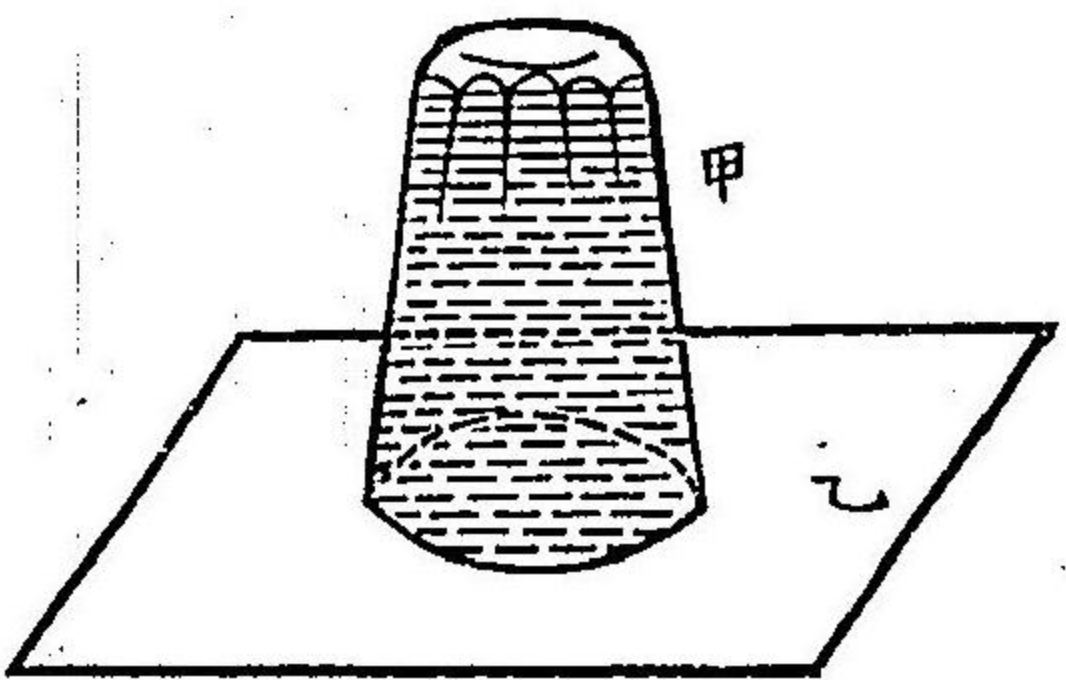
### 第三節 空氣之壓力

空氣之壓力

忽倒之、其底向上而水不流出、是蓋有阻其流出者也、我等既知空氣充我四圍、則阻水之流出者、必為空氣之壓力無疑矣、又試取馬葛得堡半球二個、球係金類所製、口縫密合、第四圖、平時把柄曳之、甚易離開、若先抽去球內空氣、然後曳之、雖費數人



空氣有壓力之證



第三圖 證空氣壓力之裝置

之力、不能離開、是球外空氣自四邊壓球面故也、

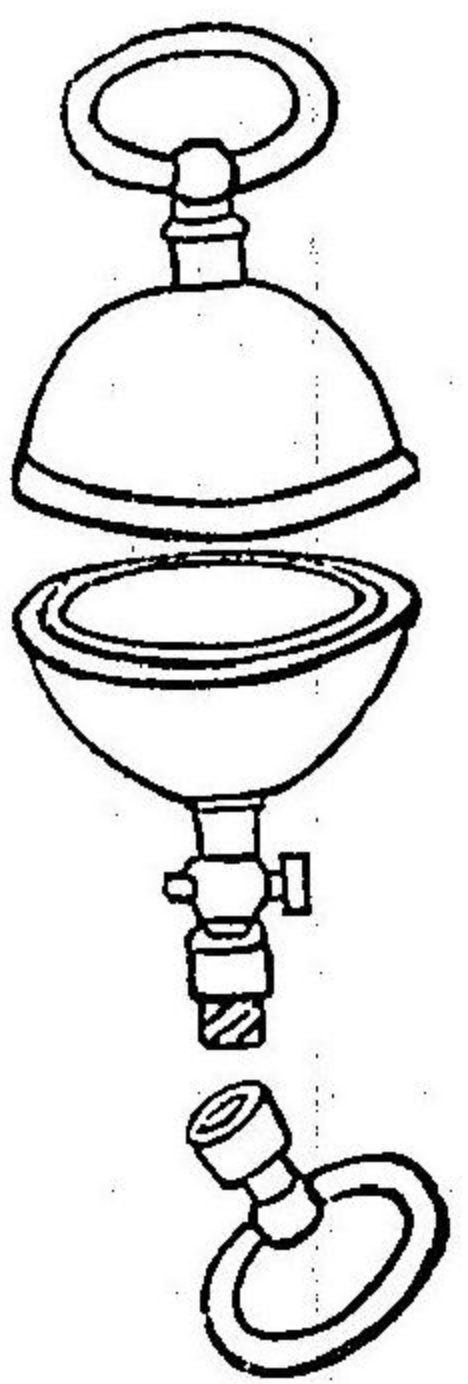
又試蒙膀胱或膠皮膜於無底玻璃筒之口、抽出其內部之空氣、則膀胱或膠皮膜必破裂、是因空氣自上面壓之故也(第五

圖、

以上所舉、皆可為空氣有壓力之證、而此壓力、則生於地球之引力、

嬰兒之吸乳、章魚烏賊魚之以疣附着於物、蠅及蝸虎之以指端附着於物、皆空氣之壓力也、人受此壓力而不覺者、外界之

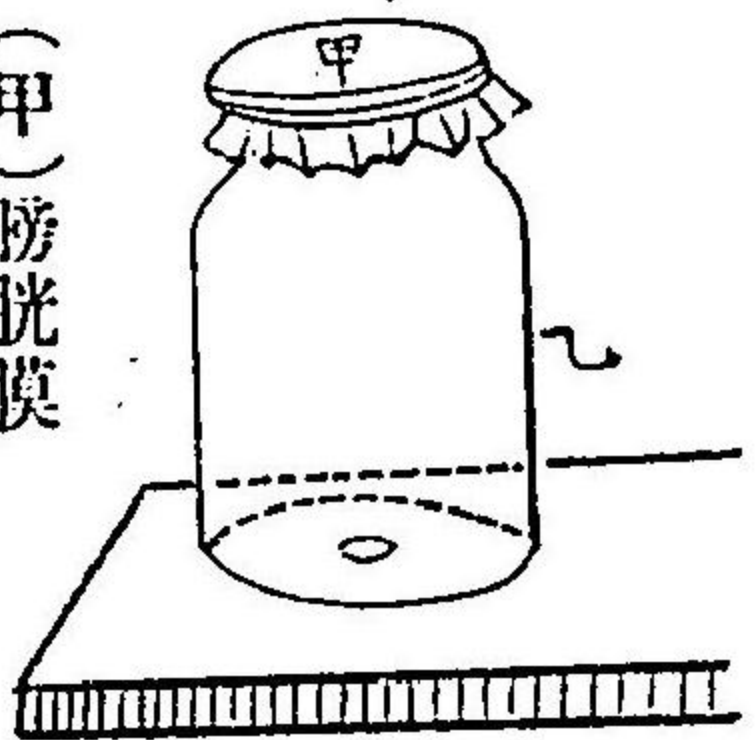
(甲)杯 (乙)厚紙



第四圖 馬葛得堡半球

空氣有壓力之例

第五圖 示空氣壓力之裝置



壓力與體內空氣之壓力適均故也、猶魚體內外之水、壓力相匹、而游泳自如也、

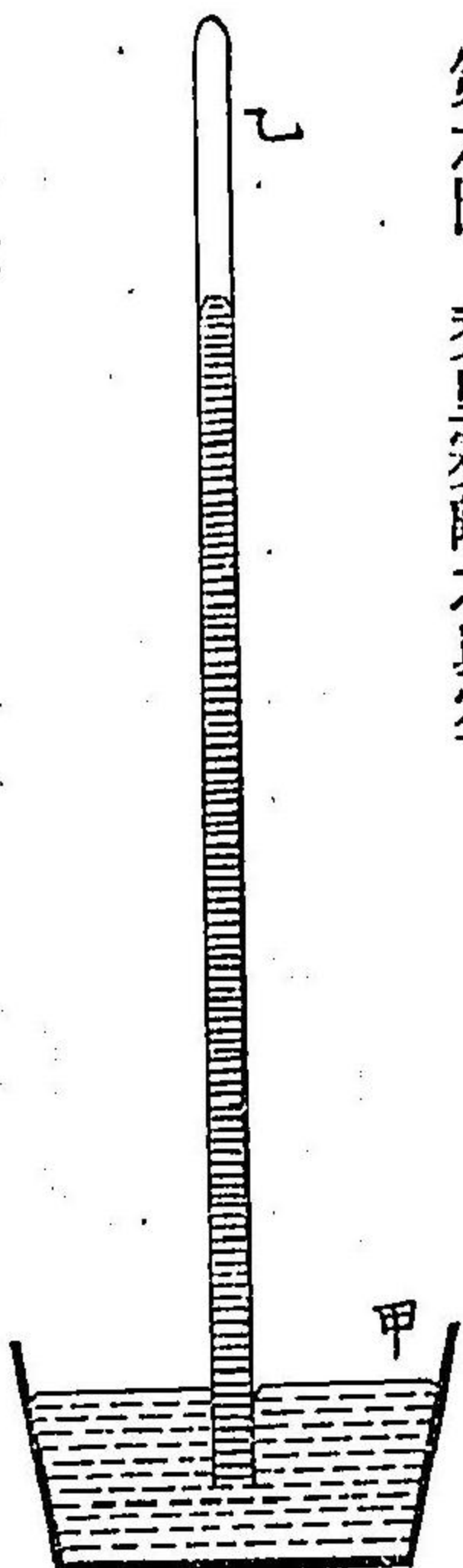
#### 第四節 晴雨表(晴雨計)

欲驗空氣壓力之大小而有晴雨表之製焉、如第六圖、取長三尺許之玻璃管、閉塞一端、內貯水銀(汞)、以指塞其口、倒立於盛水銀器中、然後去指、則管內之水銀、降至水銀面二尺五寸許

而止、其上部遂成空虛、

以發明之人名、名之曰禿里賽離真空焉、管中水銀不全降者、因周圍空氣、壓器中之水銀面

禿里賽離之真空



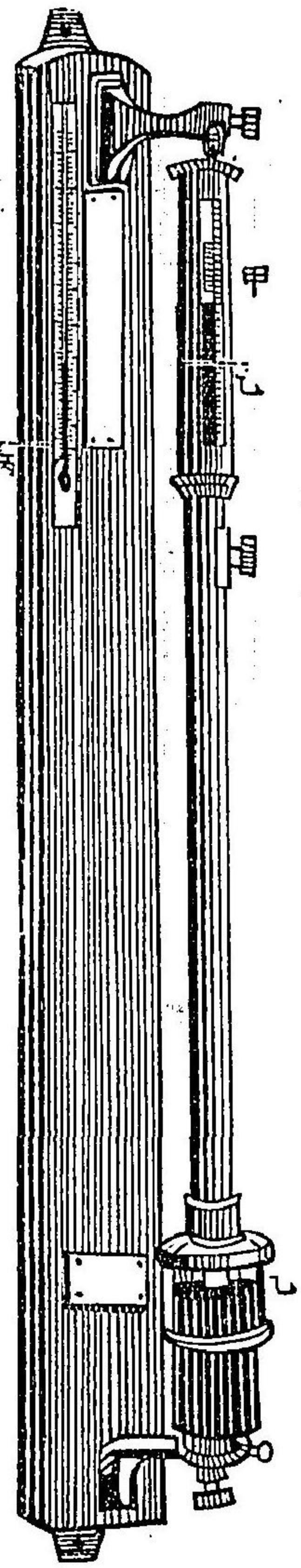
第六圖 禿里賽離之真空

(甲)水銀(汞) (乙)真空



上、以抵住此水銀柱也、  
 晴雨表第七圖即本是理而作、劃度數於玻璃管側、以察水銀之  
 昇降焉、壓力大則水銀昇、壓力小則水銀降、

第七圖 晴雨表 (甲)劃度表 (乙)水銀 (丙)寒暑表



晴雨表  
 豫知晴雨  
 之理  
 豫知風位  
 之理

地上之水、為太陽之熱所蒸散、成水氣、上昇、至空中冷、則成雲、更  
 冷、則成雨、下降、故空氣中所含之水氣愈多、則晴、雨表之水銀愈  
 低、以示將雨、所含之水氣減少、則水銀上昇、以示將晴、  
 前節既云、空氣之流動為風、而其方向、由壓力大處、流向壓力小  
 處、故按晴雨表水銀之昇降、可豫知風位及其強弱矣、然則晴雨

知土地高  
 低之理

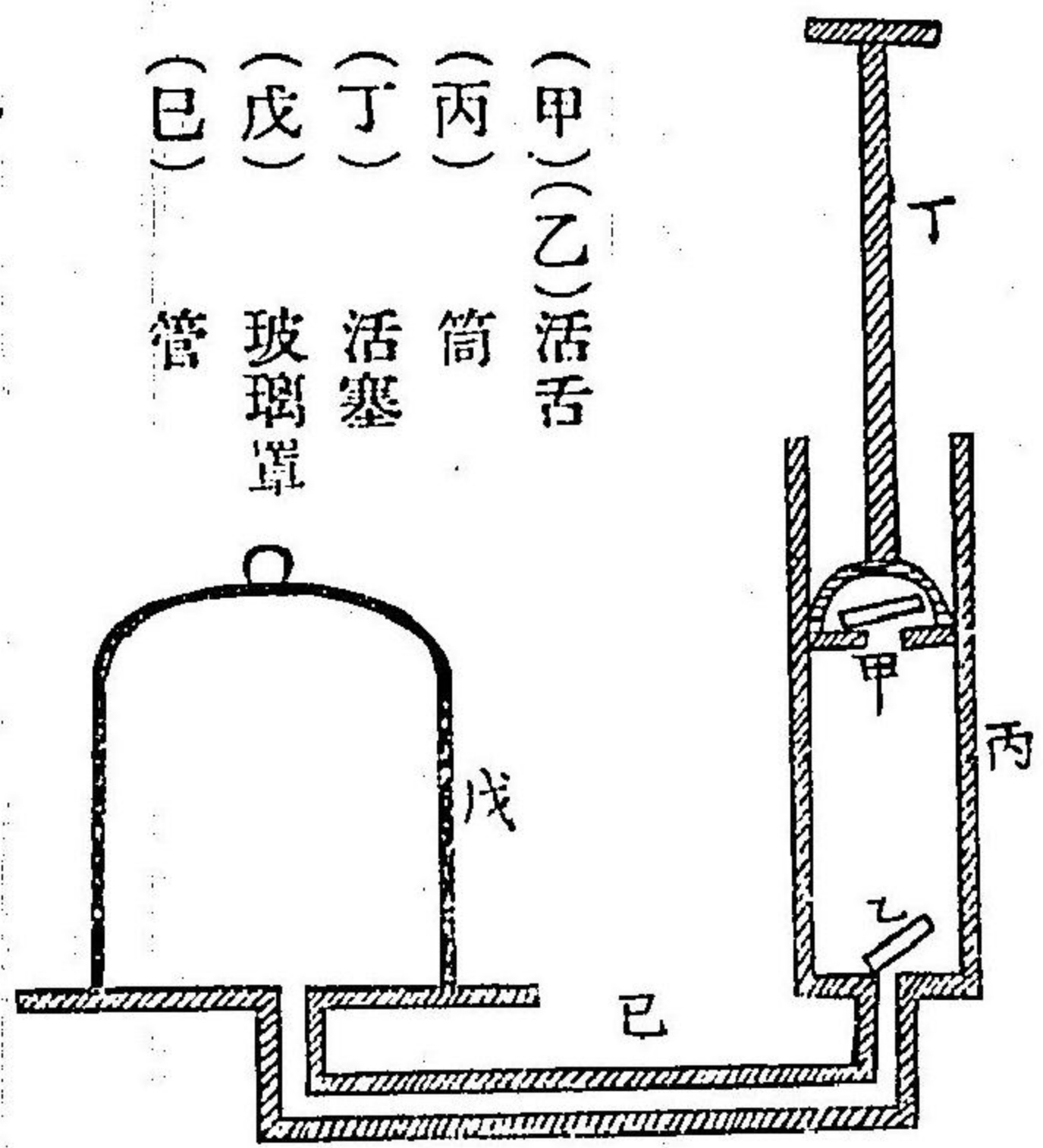
表者、實豫知天氣、警告暴風雨之利器也、  
 空氣之壓力、又因土地之高低而異、愈高、則壓力愈小、愈低、則壓  
 力愈大、故晴雨表、又可測土地山嶽之高低焉、

第五節 關於空氣壓力之器具

抽氣筒

第八圖 抽氣筒

(甲)抽氣筒



抽氣筒者、用以抽去空氣者也、可  
 分為三段、一為金類所作之筒、其  
 中具有可上下之活塞、活塞及筒  
 底有能向上而開之活舌、如第八  
 圖之甲乙是也、二為玻璃罩、密置  
 金類板上(戊)、三為金類管、通筒與  
 罩(己)、活塞向上抽時、甲舌因空氣

排除空氣  
 之理

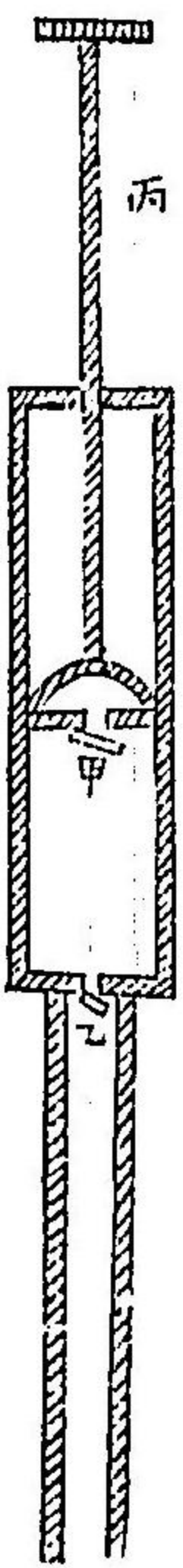


之壓力，閉而不開，筒內之空氣盡洩出，此時乙舌上開，罩內之空氣分送於筒內，而空氣較前稀薄，次壓下時，乙舌閉而甲舌開，筒內之空氣全洩出于甲舌上，再向上抽時，筒內之空氣又被抽出，罩內之空氣，又分送於筒內，而空氣更薄於前，如是屢上屢下，空氣漸薄，以至殆抽盡，若置鼠於罩內，空氣漸盡而鼠亦死，若急送入空氣，猶可復蘇，空氣為動物所賴以生，於斯可見。

壓氣筒

(乙) 壓氣筒

第九圖 壓氣筒



(甲) (乙) 活舌 (丙) 活塞

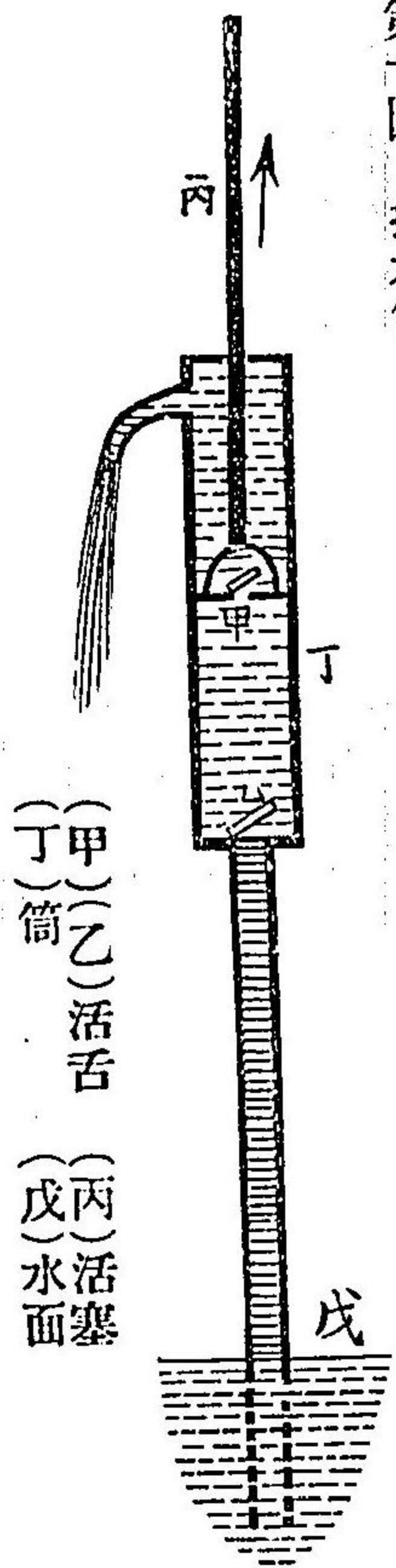
壓氣筒者，用以送空氣於煤坑及鑛山坑內，或供給空氣於潛水器等，其構造一如抽氣筒，惟筒內活舌之方向，則全係向下開者(第九圖)。

抽水筒

(丙) 抽水筒

抽水筒係專為汲井水之用，其構造如第十圖，與抽氣筒無異，以金類或木作之，活舌之開閉亦與抽氣筒同，所不同者，下端長且直入水中耳，活塞上下之時，因外部空氣之壓力，水升筒內，抽上活塞，則水必流於筒外，但水之升入筒中，全因空氣之壓力，而空氣之壓力，有一定之限，即升水銀柱約二尺五寸，水之升筒中，亦有限，不能逾三丈四尺，故井深至三丈四尺以上，則抽水筒不能致其用。

第十圖 抽水筒



(甲) (乙) 活舌 (丙) 活塞 (丁) 筒 (戊) 水面

氣之壓力，有一定之限，即升水銀柱約二尺五寸，水之升筒中，亦有限，不能逾三丈四尺，故井深至三丈四尺以上，則抽水筒不能致其用。

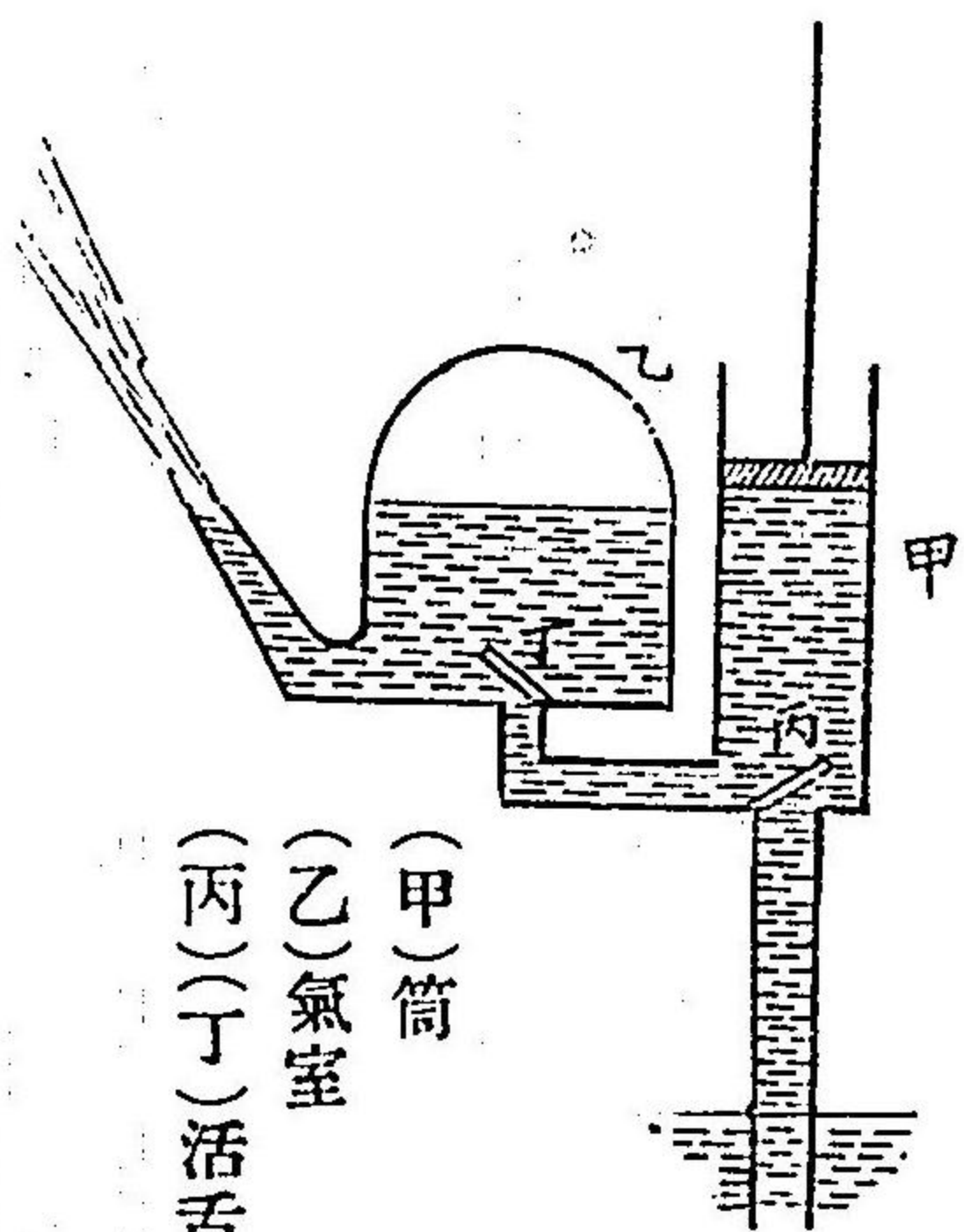


水龍

(丁)水龍消防用唧筒

水龍如抽水筒、於抽水之外、尙要向高處注射、故其構造隨異、如第十一圖、甲爲筒、有向上開之活舌、乙爲空氣室、與筒相通、亦有只向上開之活舌、旁有噴水管、使水

第十一圖 水龍



(甲)筒  
(乙)氣室  
(丙)(丁)活舌

易向高處注射、活塞向上抽時、丙舌開、因外部空氣之壓力、水進於此處、丁舌閉、不與氣室通、次壓下活塞、則丙舌閉、以防出水、丁舌開而水入氣室、如此屢上屢下、積數十次、水之流入氣室者愈多、氣室之空氣受壓迫、容積愈減、而欲復其初之容積、彈性愈增、遂激水使由管口猛烈射出、所以利於消防也、重要之部、皆金類所製、又有一種、藉汽力

蒸氣唧筒

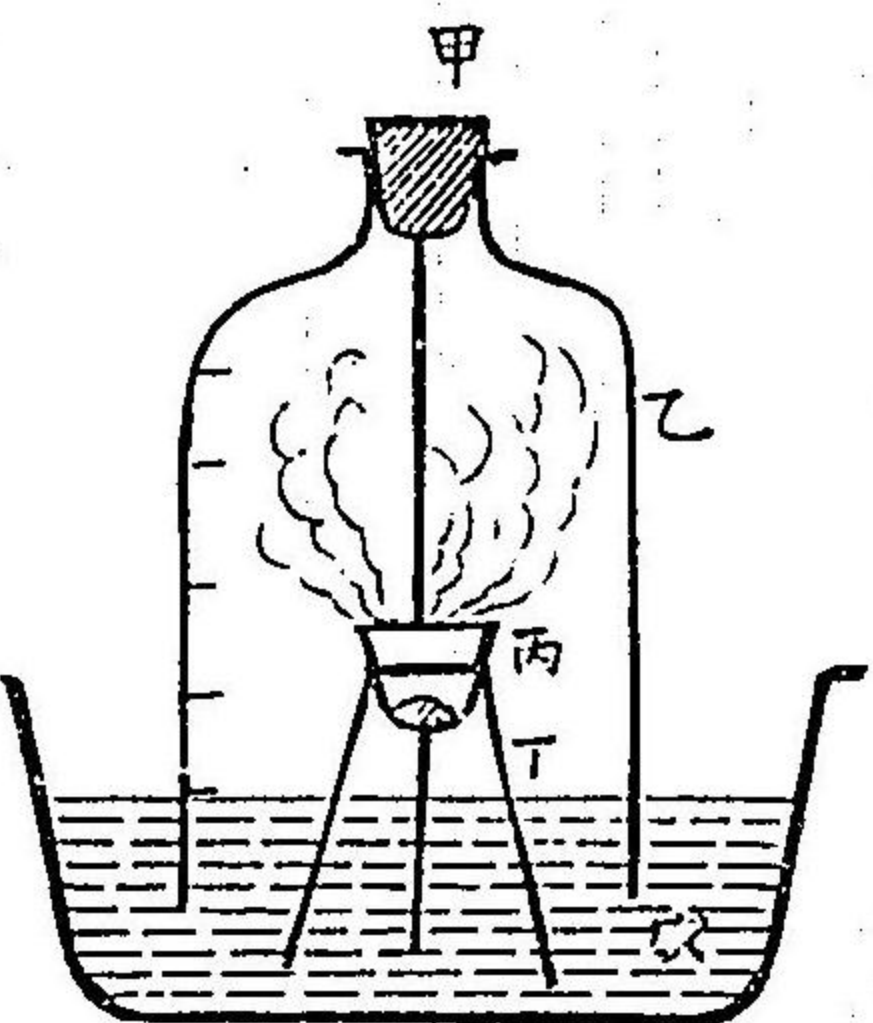
以上下活塞者、曰蒸氣唧筒、其射水之勢、噴水之量、非平常可比、洵救火之利器也、

### 第六節 空氣之成分

空氣成分之試驗

如第十二圖所示、置三足架於盛水器內、上載小碟、碟內置黃磷一片、如小豆大、以玻璃罩覆之、其下垂線香點火、使燃黃磷、則見放光甚麗、白烟滿罩、少頃白烟漸溶解於水、罩內之水因而上升、約占其五分之一、而罩內白烟之色亦消、與先時之

第十二圖 驗空氣成分之裝置



(甲)木塞  
(乙)玻璃罩  
(丙)水  
(丁)小碟  
(戊)水

空氣無異、然爲驗其果爲空氣與否、可去木塞燃燭而納罩內、火必滅、以是知罩內空氣至黃磷燃燒之後、已全變化矣、若更投以動物、立

室素



酸素

見其窒息而死，此氣曰窒素(淡氣)、窒素似空氣，無色無臭之氣體也，在此氣中，物體不燃，動物不能生活，空氣為窒素與燃燐所需之物相合而成者，而燃燐所需之物，曰酸素(養氣)。

空氣之成分

酸素為重要不可缺之質，動物賴以生，物質賴以燃，其混合之率，每空氣百斤，窒素居七十五斤半，酸素居二十三斤二分，亞耳根(氫)居一斤三分，以容積論之，則百分中，窒素居七十八、〇六，酸素居二十一、亞耳根居〇、九四，然吾人所呼吸之空氣，尚含有水氣、炭酸氣(炭氣)、安母尼亞、塵埃等類，各少許。

空氣之成分

量

積

窒素	七五、五	七八、〇六
酸素	二二、二	二一、〇〇

阿耳根

一、三

〇、九四

合計

一〇〇、〇

一〇〇、〇〇

### 第七節 酸素(養氣)

空氣中含有之酸素，約有容積五分之一，然依分離法，採之甚難，故欲採取酸素，考其性質，必用他法乃可。

置酸化水銀(三仙丹)二錢許於硬玻璃管內，閉塞一端使熱之，即分解而生酸素，水銀則成銀色細粒，留於管之冷處。

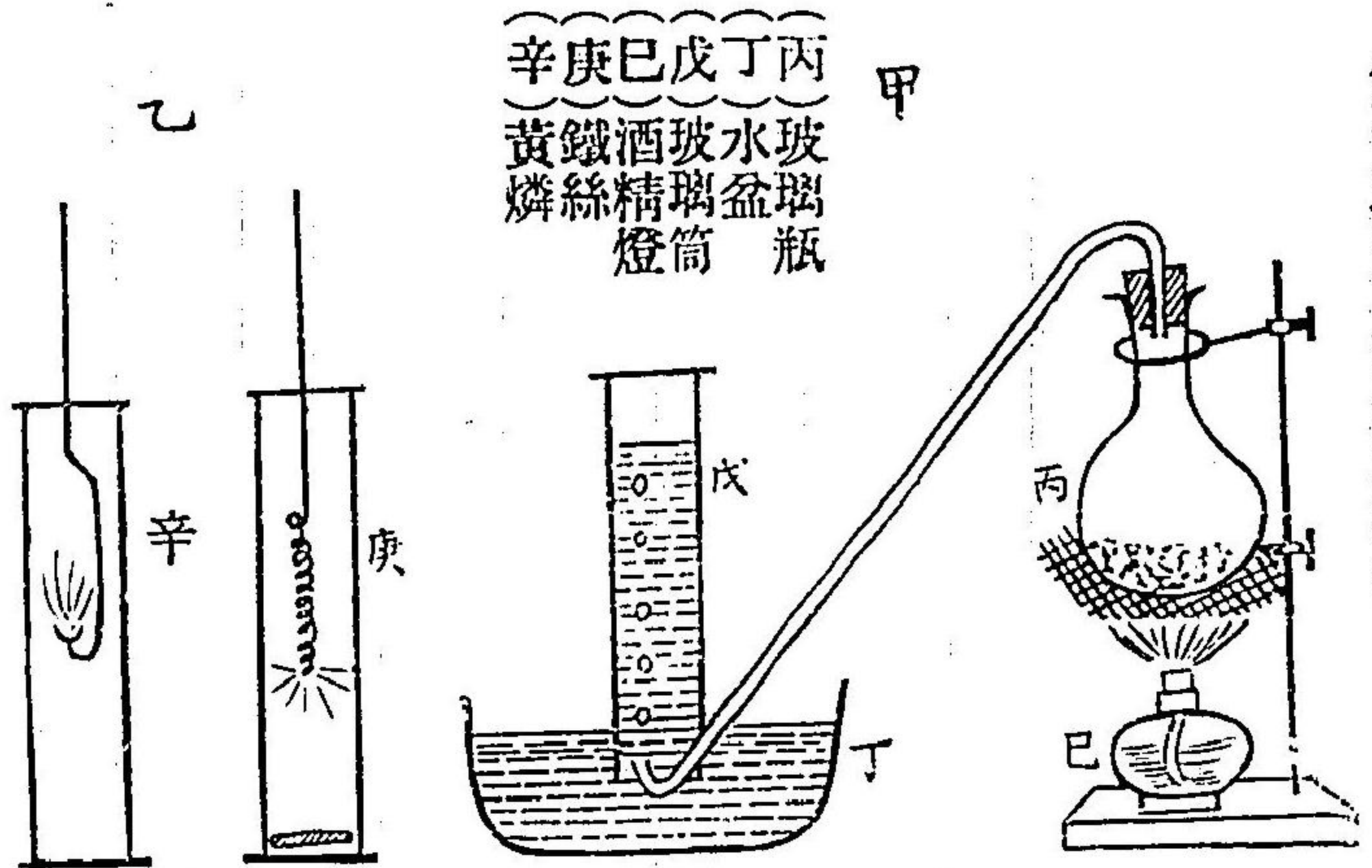
最便之法而能多取者，取鹽素酸鉀(鹽素酸加里)之白色藥，與褐石(二酸化錳即過酸化滿俺)之黑色粉末，各五錢許，焙乾和勻，盛於堅玻璃瓶內，自下熱之，將發出之氣，由曲頸玻璃管，導水中，先滿盛水於玻璃筒，倒置於盆內，則所生之氣，集於是，此即酸素也。(第十三圖甲)。

酸素之製法



酸素之性質

第十三圖 酸素之製法



酸素乃無色無臭之氣體，稍能融解於水，水中魚類實賴此以生活也。如第十三圖乙，將燭炭木片、硫黃、黃磷、鐵絲等，一點火而置之酸素中，其延燒較在空氣中特速，且放光燄，而黃磷放光尤烈，燦然眩目，至不能正視。於瓶內空氣中燃燭，然後加石灰水（溶石灰於水中，待其澄清而棄渣滓），即成白色，是燃燭而生炭酸氣（炭氣）之證也。次燃燭於滿盛酸素之器內，後加石灰水，成白色如前，因知空氣中之燃燒與酸素中之燃燒同，而空氣中不烈者，以

空氣中之燃燒

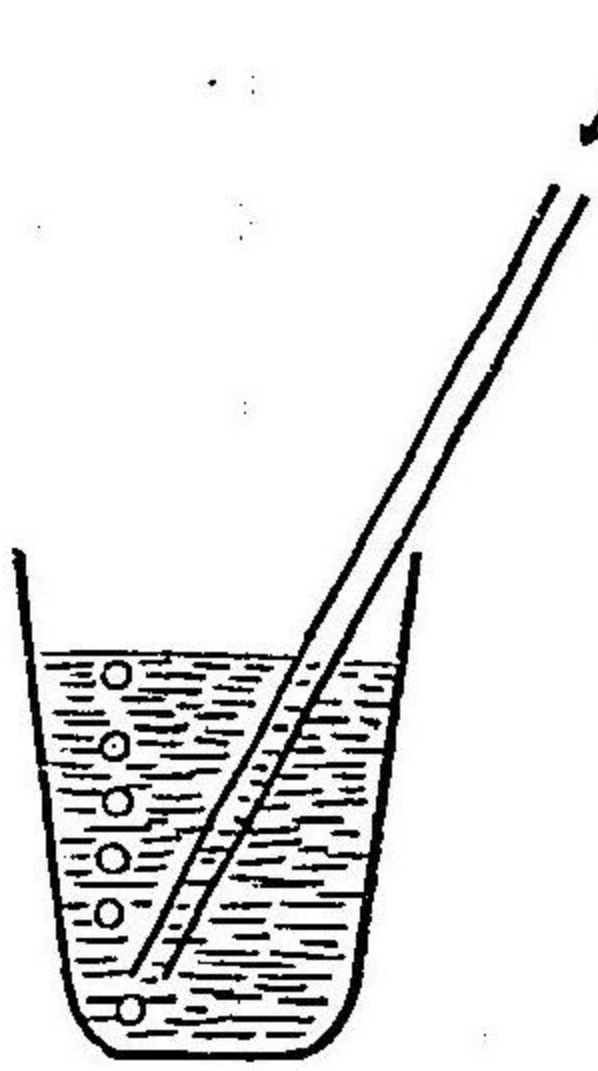
有窒素混合之故也。

### 第八節 燃燒及呼吸

燃木炭或蠟燭於瓶中，則炭燭中之炭質與空氣中之酸素結合而生炭酸氣（炭氣），今注石灰水於瓶中，則其色變白，是石灰水遇炭酸氣生白石粉（白堊）即炭酸石灰故也。

呼氣含有炭酸氣

第十四圖 呼氣中含有炭酸氣之證



人賴呼吸空氣以保生，苟無空氣，如火之消滅，生命忽絕。今試注石灰水於玻璃杯，雖振搖之，不少變化。又試如第十四圖，以管吹入呼氣於其中，則見其漸變白色，是可為呼氣中有炭酸氣之證。若多人集聚

燃燒呼吸之異同

一室，嚴閉其戶，則炭酸氣次第增加，空氣遂至缺乏，有害健康。故室內須常注意，使空氣流通，炭燭之燃燒，與人之呼吸同理，但其



燃燒所必需之事

熱度異耳、炭燭燃燒之部分、不過限於一處、而人之身體、則燃燒作用達於全部、故不覺其熱之烈、而生體溫、詳言之、吾人吸空氣、其中之酸素、經肺臟傳入血液中、循環身體各部、此時所謂燃燒作用、極其平和、生炭酸氣、與血液混、再歸肺臟、而排出空氣中、是即呼氣也。

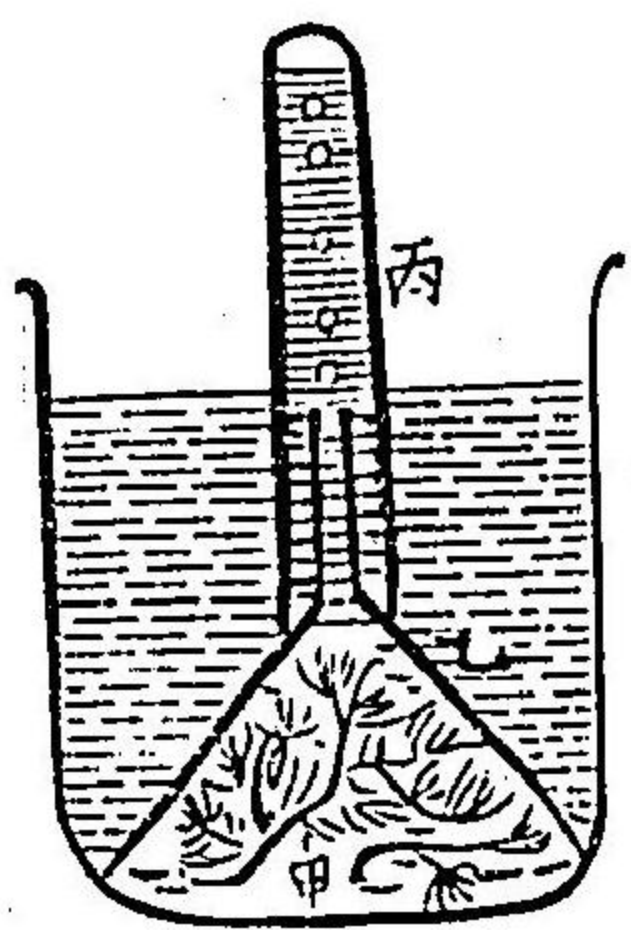
燭在空氣中、不能直與酸素結合燃燒、欲使燃燒、必先熱之、高其溫度、而欲其燃燒不熄、必空氣無缺乏、勿致冷却、然後可、彼洋燈破壞煤油燃燒之時、掩寢具之類、滅之者、絕空氣之供給也、吹滅燭火、注水消火者、冷其溫度也、凡煤油等類、燃燒之時、雖灌以水、不能滅之、因油浮於水面故也。

### 第九節 動植物與空氣之關係

人類及動物之呼吸、薪炭之燃燒、皆放炭酸氣於空氣中不絕也、

炭酸氣之分解

第十五圖 植物分解炭酸氣之實驗



(甲)綠葉  
(乙)漏斗  
(丙)玻璃管

若此氣日漸增加、則必有動物不生、薪炭不燃之患、然植物之葉、吸空氣中之炭酸氣、賴日光分解之、取其炭質、而放酸素於空氣中、故空氣中、炭酸氣之量、未嘗有所增加、其容積僅占空氣萬分之三而已、如第十五圖、盛溶解炭酸氣之水於玻璃罐內、其中置新鮮綠葉、以漏斗掩之、再滿水於玻璃管、倒置其上、曝日光、則見酸素之泡、徐徐發生、然植物當夜間或無日光之處、則不能分解此炭酸氣、日光之恩澤、豈不偉哉、

酸素之循環





食物中之  
炭素

動物呼吸空氣，放炭酸氣，植物則取炭酸氣而放酸素，此作用相反。動植二物，相補益而繁榮如此。造化亦何巧也。且不止此。就食物觀之，亦互有關係焉。動物所呼出之炭酸氣中，其酸素則由呼吸取諸空氣者也。其炭素則得諸食物中者也。吾人日常所食之穀類及鳥獸鱗介等，皆含有多量之炭素，是等送至胃腸，即消化入血液，其多分與酸素結合成炭酸氣，由肺放諸空氣中，其餘以助身體之成長。凡食物雖專得之於植物，動物而動物又食植物以生長，故謂人之食物，或間接或直接得之於植物也可。易而言之，謂人所攝取之炭素，或直接或間接得之於植物也。亦可。夫植物有廣濶之葉，擴布空氣中，吸收炭酸氣，藉日光之助，分解而為炭素及酸素。其炭素與根底所吸收之物質，化合而成澱粉（小粉）糖分等，存於植物體內。獨酸素被放出，歸空氣中，為動物所吸其

炭素之循  
環

所存之小粉糖分等，即為人之食物。攝取食物之結果，總所出之炭酸氣，呼出於空氣中，再成植物之食物。炭素亦循環於動植二物之間，未嘗間斷如此。



### 第十節 炭酸氣（炭氣）

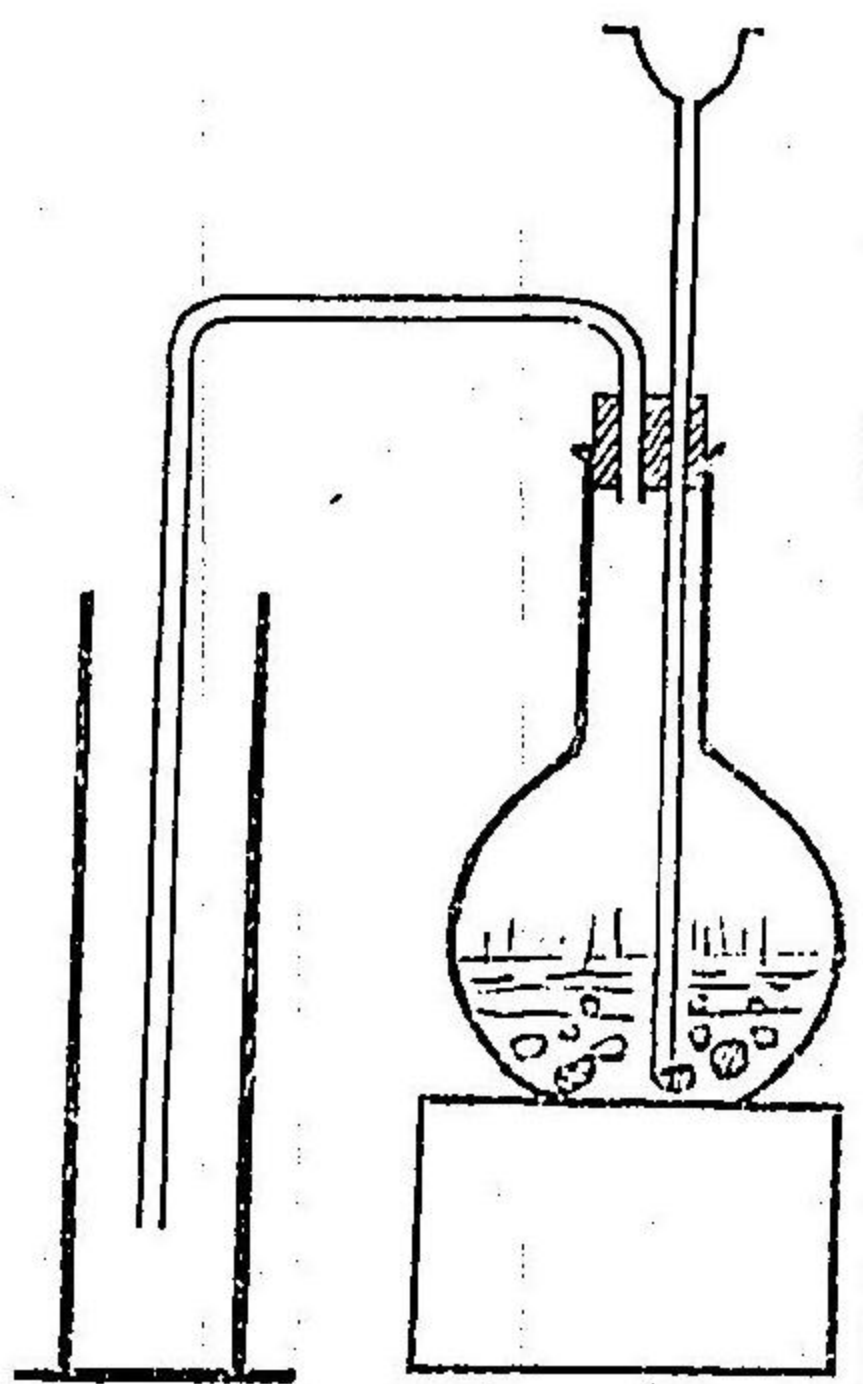
炭酸氣之  
所在

前節既言，炭酸氣之生，或由動物之呼吸，或因薪炭油燭等含炭素諸物之燃燒。此外尚有自然生於火山地方或鑛泉等處者。又此氣往往存於古井地窖之內，人誤入之，即有不測之變。此時宜先以燭火驗炭酸氣之有無，若燭火滅，則危險不可入。炭酸氣雖常存少許於空氣中，若欲得其多量，則用以下之法。



碳酸氣之製法

如第十六圖甲所示置大理石或石灰石於玻璃瓶內漏斗注鹽酸(鹽強水)則發泡甚盛別有一管可導出氣體而集於玻璃筒欲知玻璃筒內之滿否先以燭火驗之若碳酸氣充其中則燭火立滅

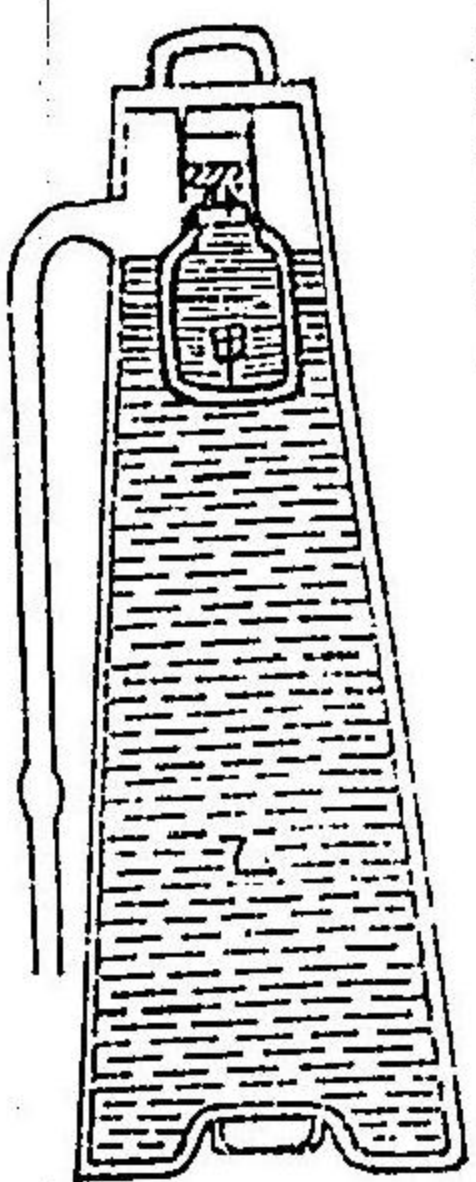


碳酸氣如空氣無色無臭之氣體也易溶解於水較空氣重二倍半故碳酸氣在空氣中可由上面倒換至下面恰如倒水然如圖乙燭火傾筒內之碳酸氣於其上燭火必立滅由是可知碳酸氣不助燃燒且重於空氣也碳酸氣又有使石灰水變白之性

碳酸氣之性質

消火器

質故驗碳酸氣有無用石灰水最便成白色者其成分同白石粉謂之碳酸石灰  
碳酸氣中不能使尋常物質燃燒故可用以滅火消火器據此理作即長三尺許之圓錐狀金類器盛以麵鹼(重碳酸鈉)之溶液更置鹽酸(鹽強水)或硫酸(硫強水)之藥瓶於其上部當火災將起之時倒之則鹽酸或硫酸流出于瓶中以化合重碳酸



(甲)硫酸或鹽酸 (乙)重碳酸鈉

立刻從管口噴出以達滅火之目的焉(十七圖)

### 第十一節 安母尼亞

安母尼亞為窒素水素二氣之化合物由動植物之腐敗而生空

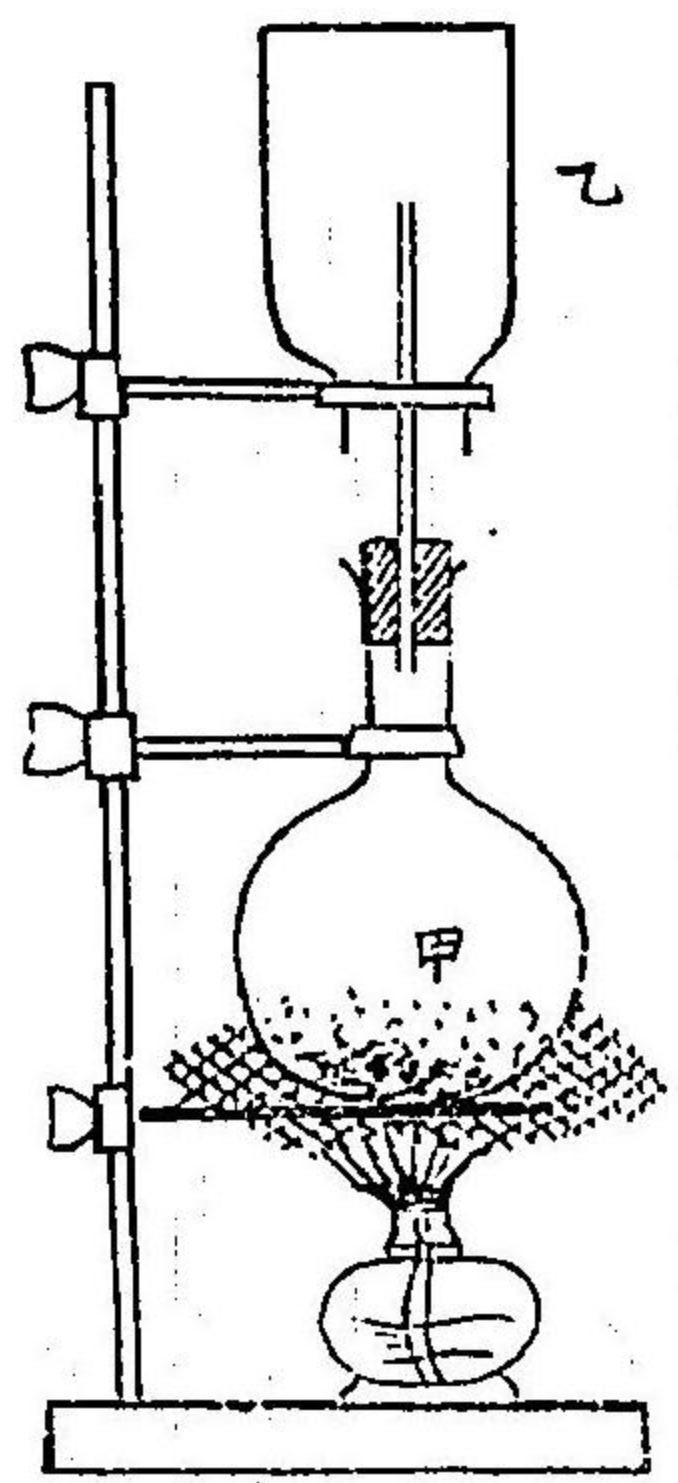
安母尼亞之所在



安母尼亞之製法

氣中存有少量，廁中之惡臭，多半是此。其製法，取礮砂（鹽化安母尼亞）五錢許，與倍量之石灰混和，盛於玻璃瓶內，徐徐熱之，即發一種刺激臭性氣體，如第十八圖，倒懸

第十八圖 安母尼亞製法裝置



礮砂精

(甲)礮砂、石灰 (乙)玻璃壺

瓶於其上，採取之，是為無色之氣體，較空氣輕甚，其臭刺鼻目，入水易溶解，一容積水內，溶解七百倍之安母尼亞，即成安母尼亞水（礮砂精）由安母尼亞水，蒸發安母尼亞之時，其周圍多量之熱，輒被奪

去，故人工製冰用之。

安母尼亞水，有使赤色試驗紙變為青色之性，其不純者，製煤氣時，可得多量，為染料肥料等，純粹者，則充醫藥或化學藥品之用。

## 第二章 水

### 第一節 水

水之所在

水如空氣環繞吾人之四圍，我等飲食，不可須臾乏水，猶呼吸不可乏空氣也。河水滾滾，因泉流不息，而注入海洋，或為池沼湖澤焉。其面積之大，實占地球表面四分之三，陸地不過四分之一耳。此外若地球之南極北極地方，及高山頂上，結冰雪覆地面，化為水蒸氣（汽）飛散空中，而為雲霧雨露霜雪等之根源，皆無不發於水也。

水之効益

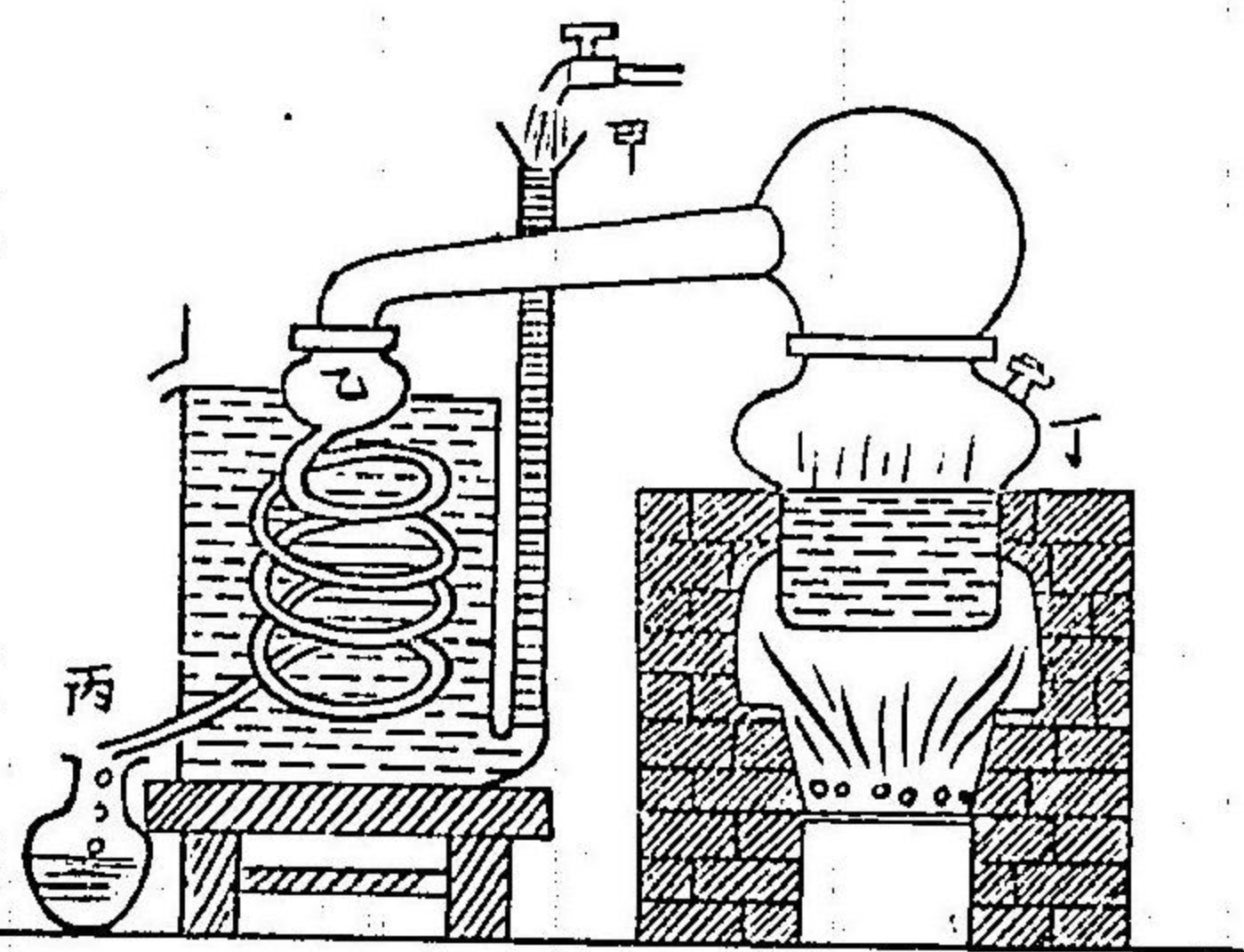
生物之於飲食，不可一日闕水也。其他轉輸交通，調和氣候，添助風景，舍水不為功，其益大矣。以其無處不有，而人狎之，故隱被其恩惠而不自覺耳。



飲料水

尋常之水、含有塵埃、故須以木炭砂石等濾之、凡供飲料之水、照此法使清潔之可、且當水之流也、必有雜質混其中、故欲得純水、

第十九圖 蒸水器之裝置



(甲)冷水 (乙)蛇管  
(丙)蒸氣水 (丁)釜

如第十九圖、盛水於釜中熱之、即成水蒸氣(汽)使通過長蛇管、置冷水於茲而冷之、則復成水、此所得之水曰蒸氣水、即純水也、是法曰蒸水、其裝置曰蒸水器、航行遠洋之船、多藉此法、蒸海水以為飲料、尋常之水、雖稍有味、而蒸氣水、則無味無臭無色、在攝氏寒暑表零度、即凝固成冰、而容積增加、故冬日水瓶岩石等、常有因之破裂者、又至百度即沸、成水蒸氣、

蒸水器

分析術

其容積約為水之千七百倍、蒸氣機關、即利用水之膨脹力者也、

次分注蒸氣水於甲乙二玻璃管內、甲管微投以食鹽、嘗之不覺其鹹、若加硝酸銀溶液一二滴於二管中、甲管忽變濁白色、乙管

溶解

如故、可知雖微量物質、亦可用法驗其存否、此法名曰分析術、投食鹽或砂糖於水中、則必混於水而失其形、謂此食鹽或砂糖

結晶

溶解於水也可、或謂此水為食鹽或砂糖之溶液亦無不可、不獨水有是稱、酒精油類亦然、濃液取冷後、則見器底有精小之塊生焉、此小塊之表面悉平、其形皆有一定、名之曰結晶、今試將明礬之溶液取冷、即生八面體之結晶、食鹽之溶液取冷後、即生立方體之結晶、凡結晶之形、因物質而異、故依結晶、可考定其物質、如玻璃膠之類不結晶者、別名曰非結晶體、

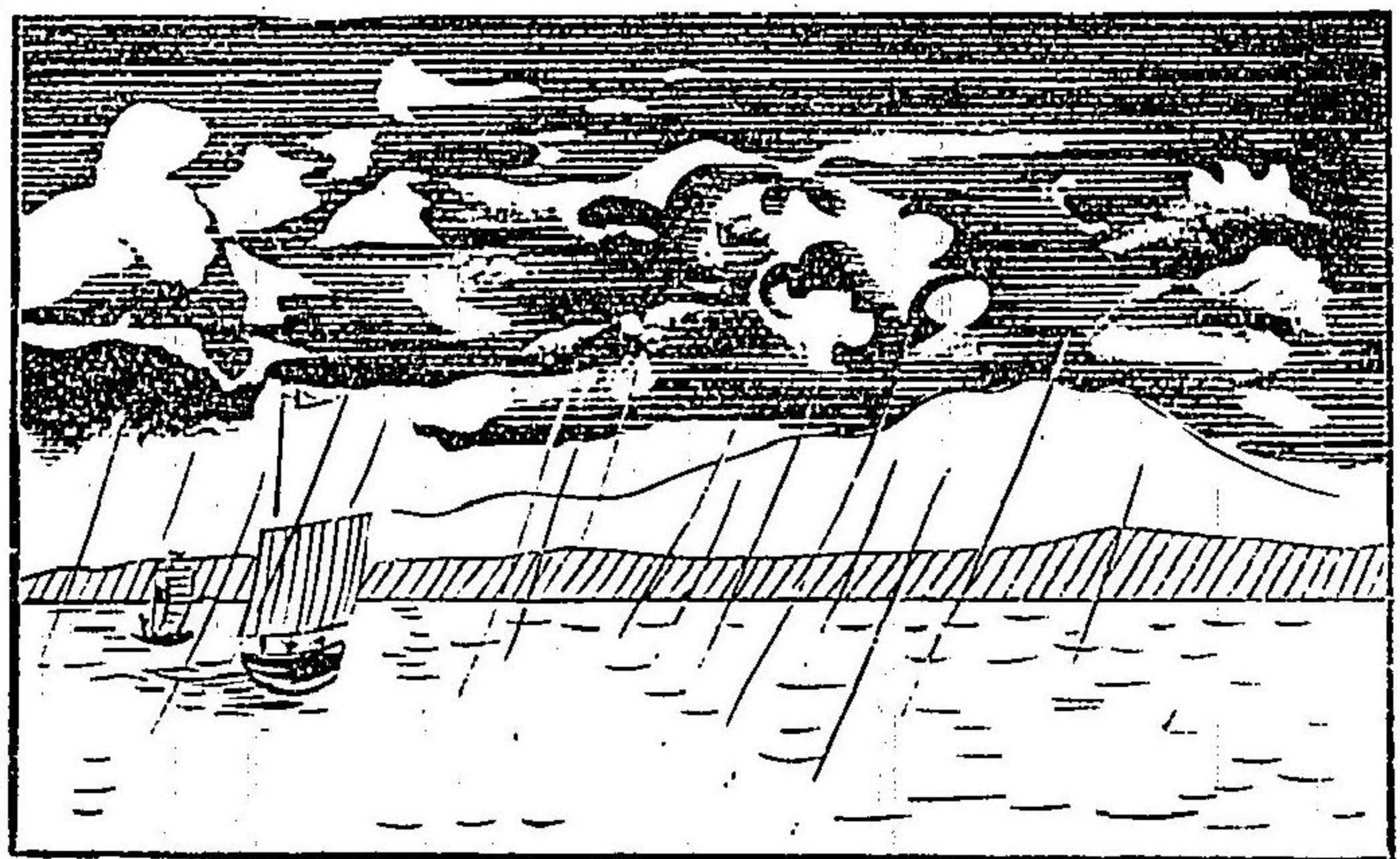
非結晶體

### 第二節 雨



水蒸氣

第二十圖 雲冷成雨



盛水於杯、曝日光、少焉而漸減少、遂至乾涸、是杯中之水、受太陽之熱蒸發、爲水蒸氣、散布於空氣中故也、水蒸氣如空氣然、眼不能見、及其冷也、則成霧狀、沸水壺口所出之蒸氣、即水蒸氣之冷却者也、

太陽之熱、能蒸發河湖海洋等之水、成水蒸氣、至空際遇冷氣、即凝集成雲、雲與霧無異、但所在高耳、雲之形狀千變萬化、溫度升則飛散、降則漸凝集、其最高者三萬尺、

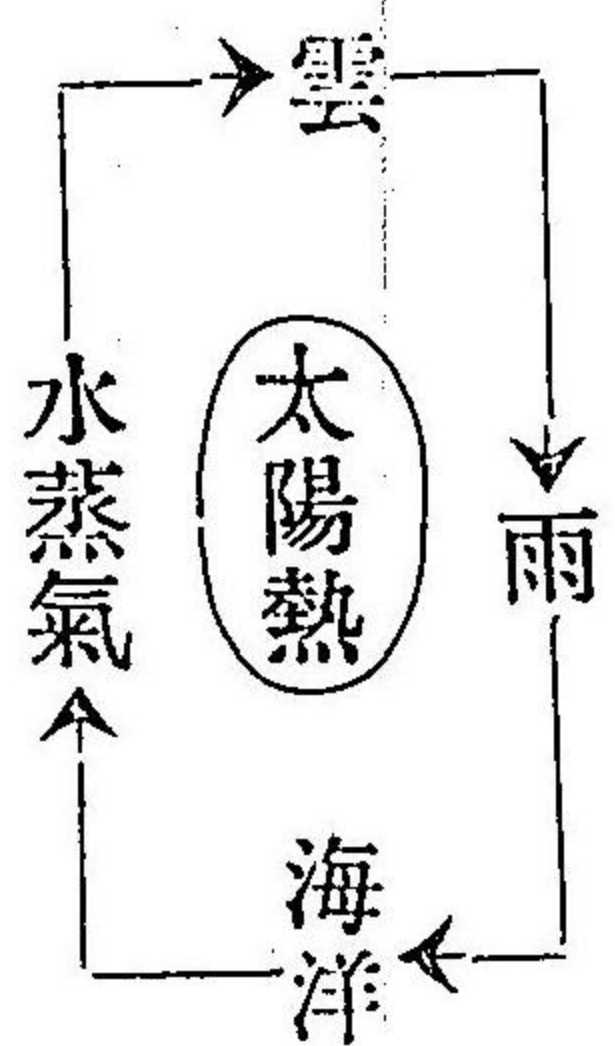
雲再冷則成滴下降、即雨也、降雨之時、

雨 霧 雲

雨之効益

雖似線狀、是見者之謬、其實則滴狀也、夏日太陽熱強、空氣中含水蒸氣多、故雨亦多、冷季反之、故雨亦少、

雨之爲物、洗淨空氣中諸污物、濕潤土地、使植物繁茂、或爲泉河之源、或以墜落之力、碎岩石而作土壤、其功極大、



水之循環

雪

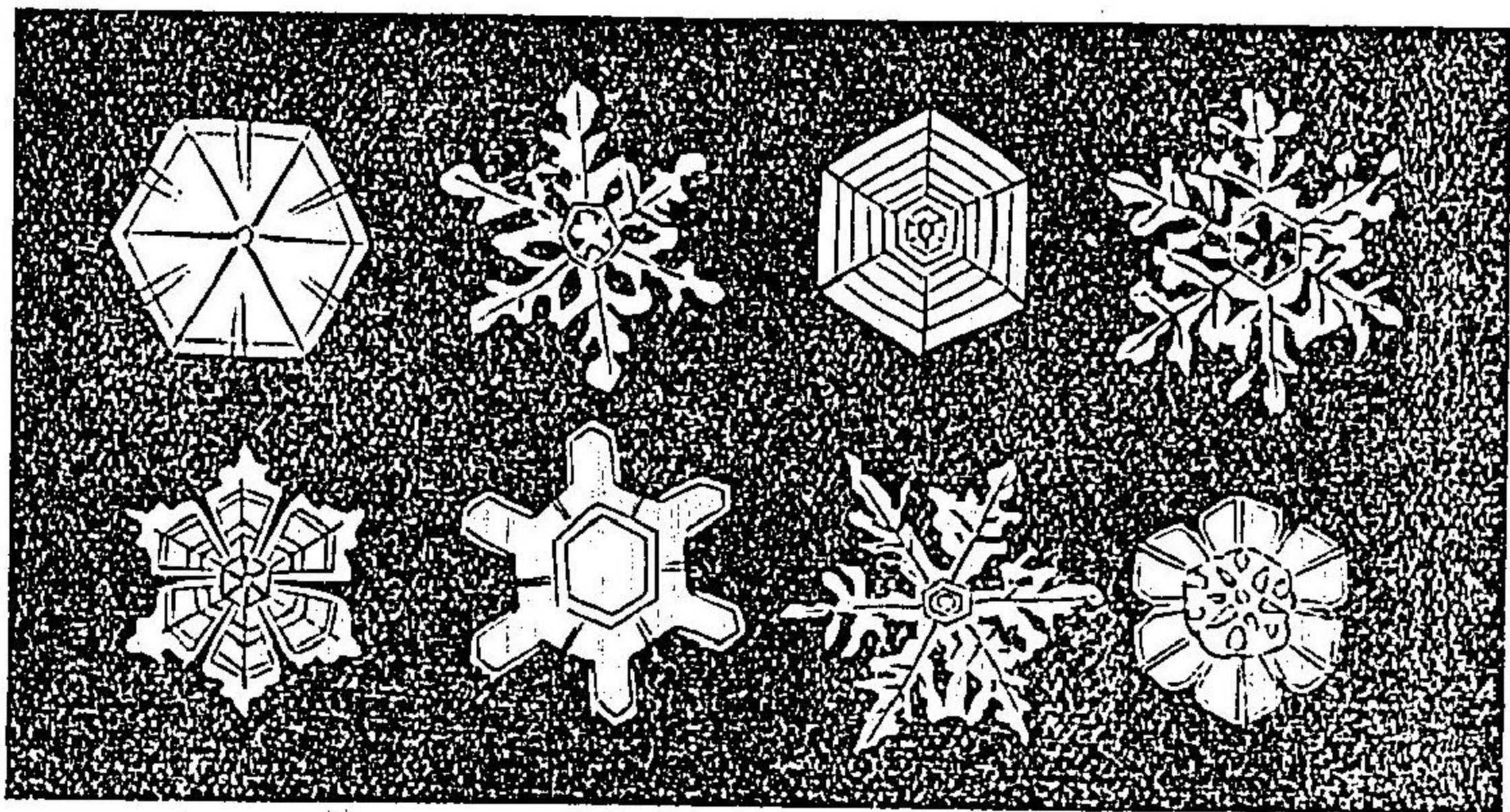
雨者、天然之蒸氣水也、幾爲純粹之水矣、其落於地上也、浸入土地、爲河泉之源、流入於海、復蒸發、冷則成雲、復成雨、成自然之大循環焉、彼謂雲雨皆有神司之、真無稽之談也、

雪者、水蒸氣在空中、遇冷直凝固而落下者也、其結晶甚美麗、爲



水之側壓 霜露 霰雹

品結之雪 圖一十二第



六角形，故雪花有六出之稱，嚴寒之際，保護植物，而益農家，所謂瑞雪兆豐年也。霰雹等，皆水滴在空氣中，凝固成冰而降下者。大雨雹時，有害農稼，甚至損傷家畜。霜為水蒸氣，在地上遇冷而凝固者，非自空際降下，露係水蒸氣遇冷成水滴，而集於草葉石片等之上者也。

### 第三節 水之壓力

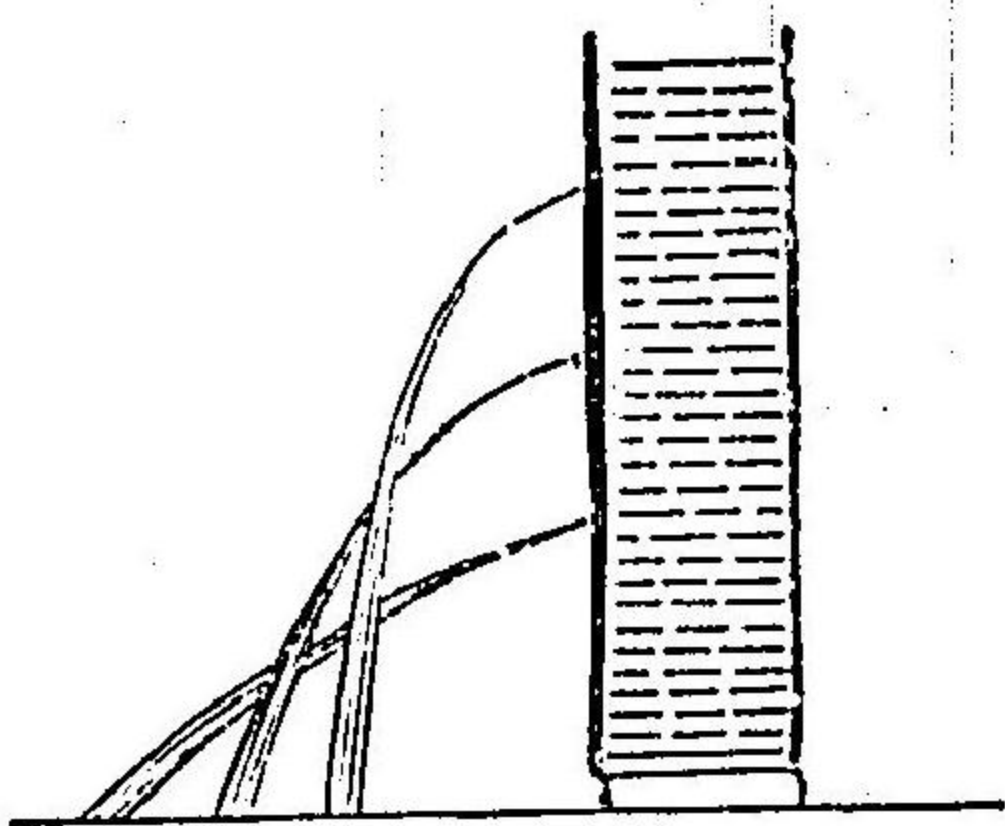
注水於有底竹筒內，於側面穿數小孔，則水必由此流出，而其迸出

水之下壓

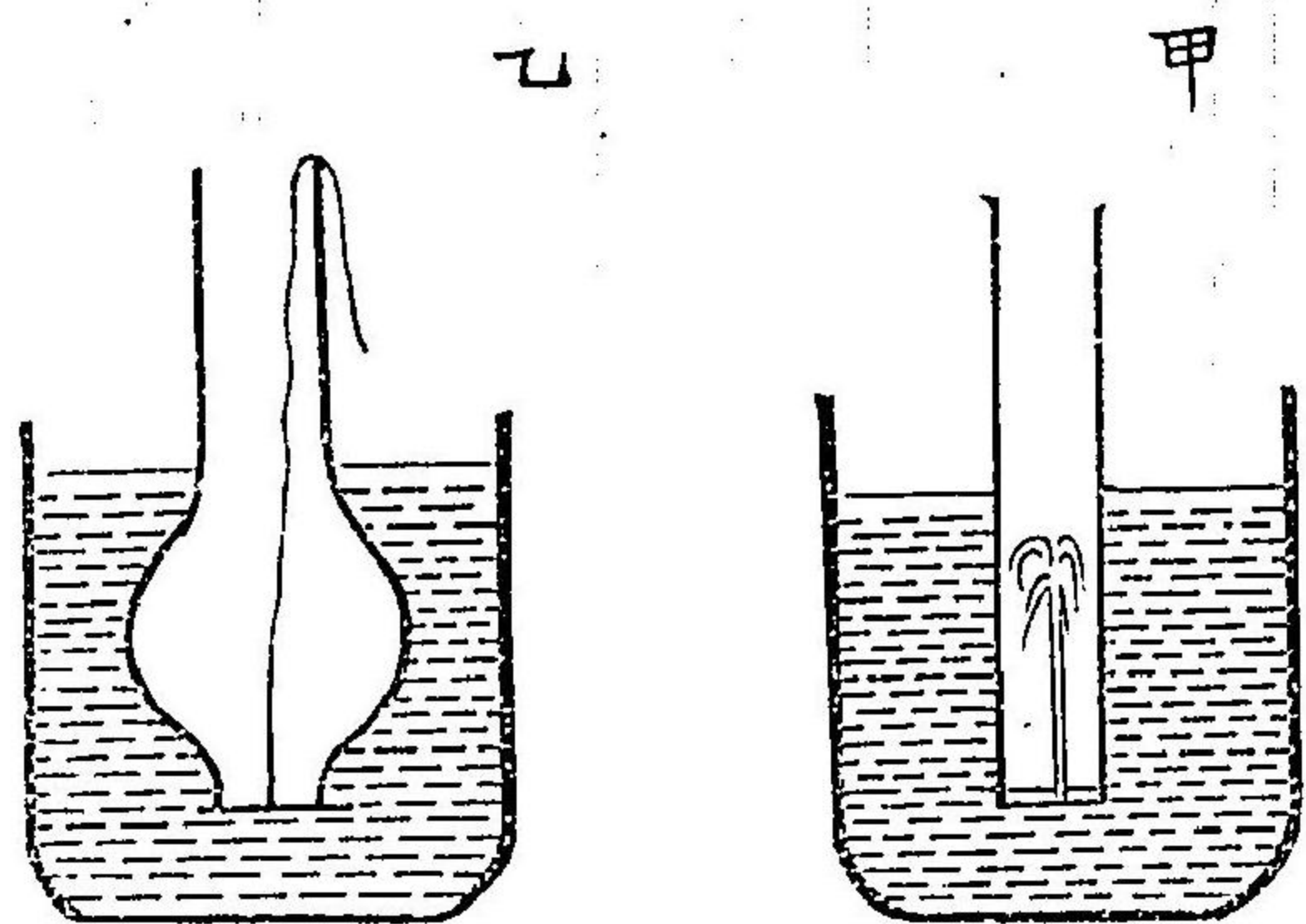
水之上壓

之勢，愈下則愈大，是可知水有側壓力，且水愈深則側壓力愈強也。

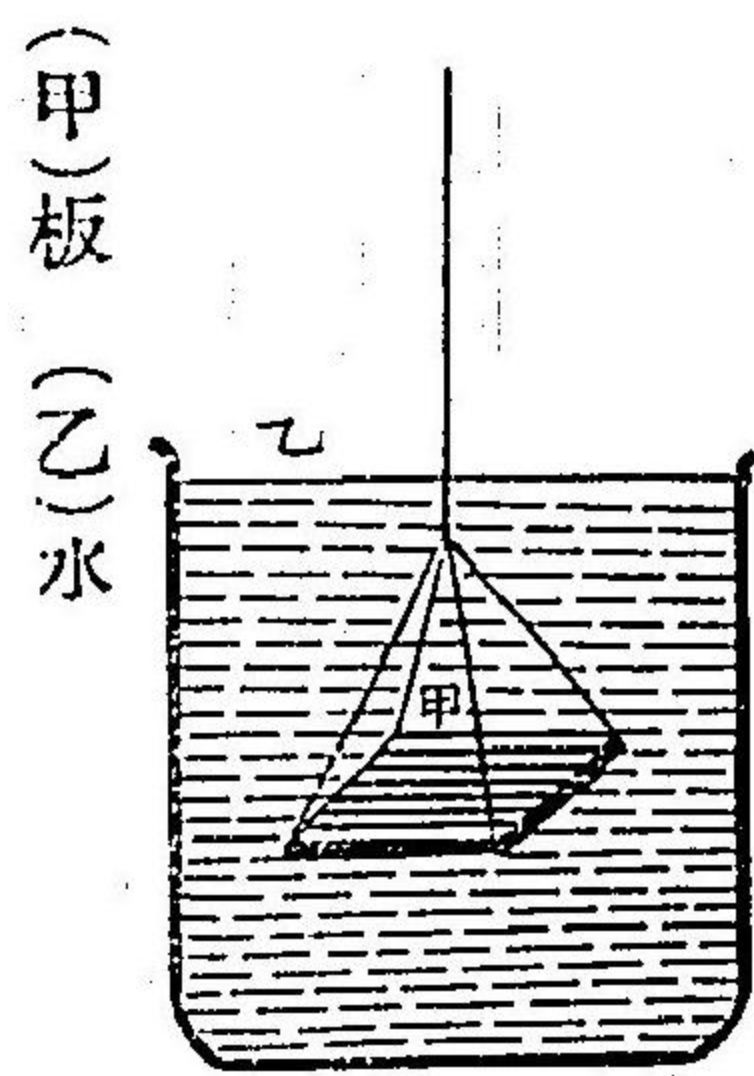
第二十二圖 試驗水側壓之裝置



第二十四圖 水之上壓力試驗裝置



第二十三圖 試驗水下壓之裝置

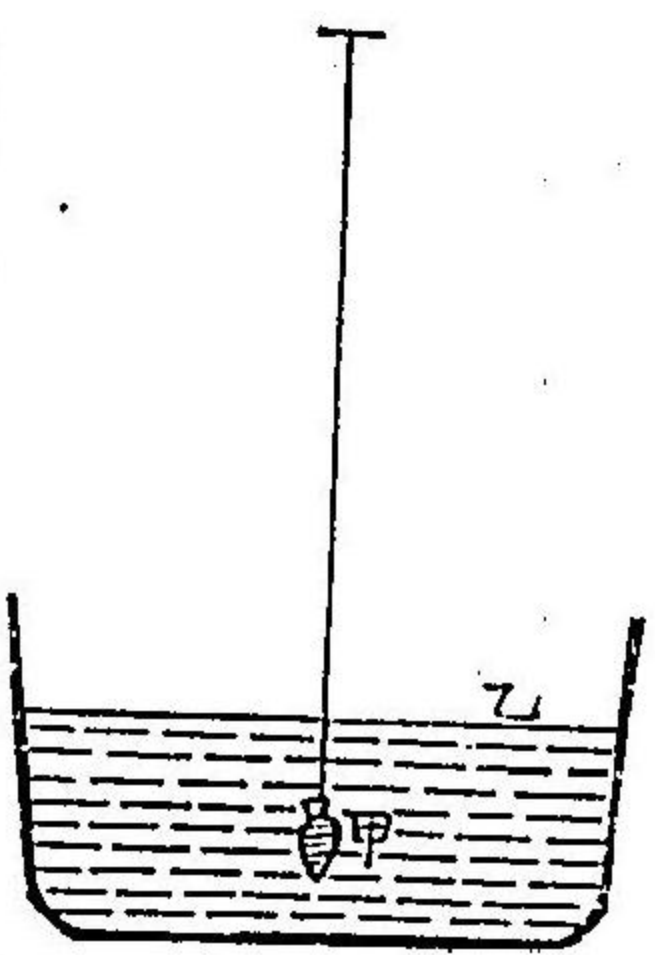


若沈板於水中，持板上線，平提上時，必覺水之抵抗，蓋水有下壓力故也。第二十三圖，次如第二十四圖甲，竹筒之底穿小孔，沈之水中，水必由小孔迸出，或



噴水自來

水平面



如乙圖以洋燈之燈罩密接玻璃板上其玻璃板內面以線繫之持其線沈之水中手雖放線而玻璃板不落若注水於燈罩內至內外水面適平之時板始墜下以上實驗可為水有上壓力之證如此水之上下四方皆有壓力所以生此者因水有重量也

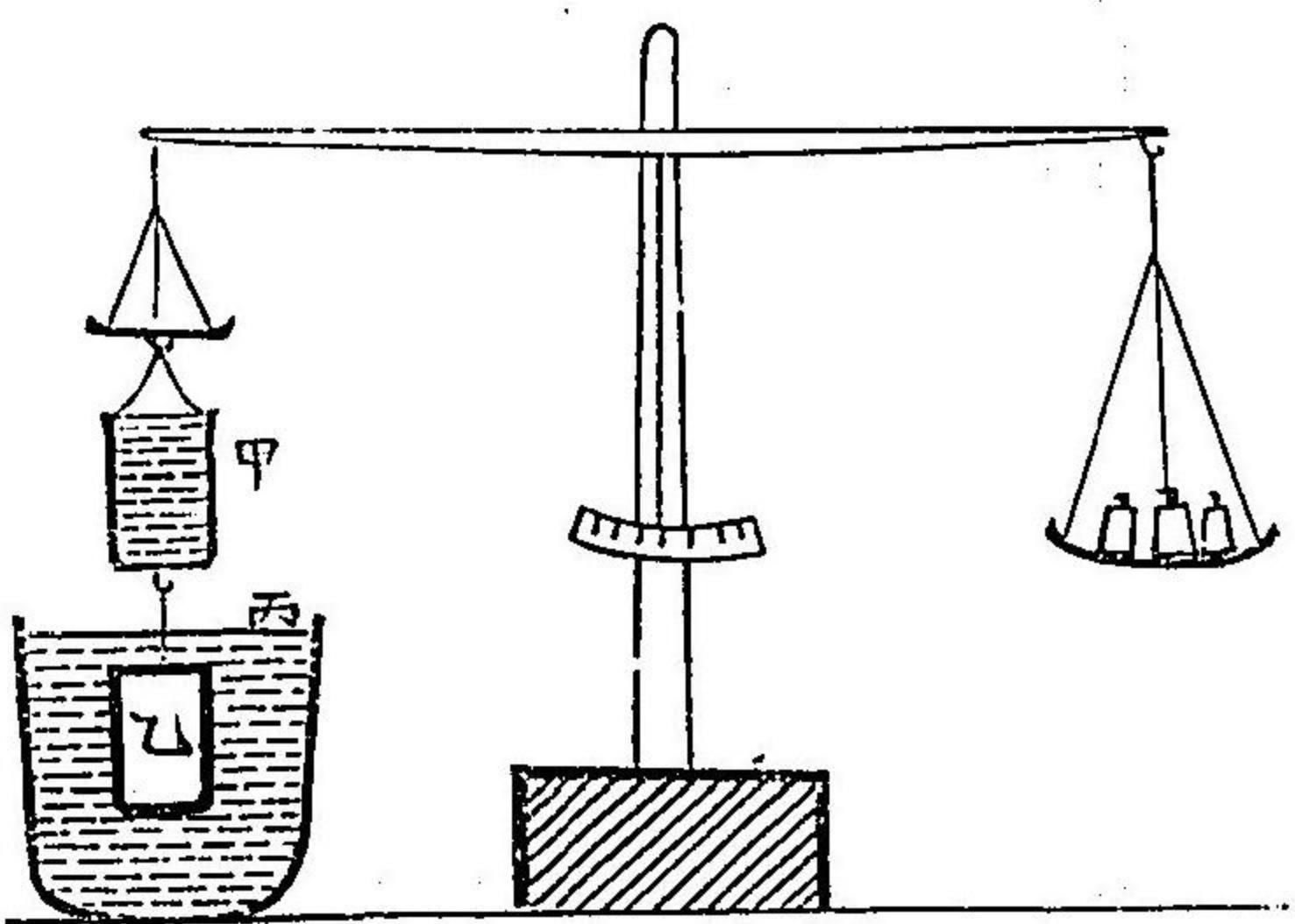
第二十五圖 水平面

水自高處流至低處者蓋下壓力與側壓力所致如噴水自來水等其水源皆在高處以導管引至低所而噴出者河水流入湖海即靜止其平如鏡是曰水平面若繫重錘於線之一端沈於靜水中線與線之影成一直線線與水平面成直角(第二十五圖)建築家屋用水準器者蓋驗其基礎果水平與否也

### 第四節 水之浮力

阿機美狄之原理

水之浮力



(甲)圓筒 (乙)圓柱 (丙)水

如第二十六圖於天平之一端吊有底之金類圓筒甲及與筒中適合之金類圓柱乙他端置錘銅使之平均若沈金類圓柱乙於水則圓柱為水所擁起而減其重天平必失其平此時滿水於圓筒甲則天平必再平而圓筒內所盛之水既與圓柱同其容積則圓柱在水中所失之重等同容積之水之重可知也是曰阿機美狄原理此理不但用於水凡液體皆適用之

第二十六圖 浮力之試驗

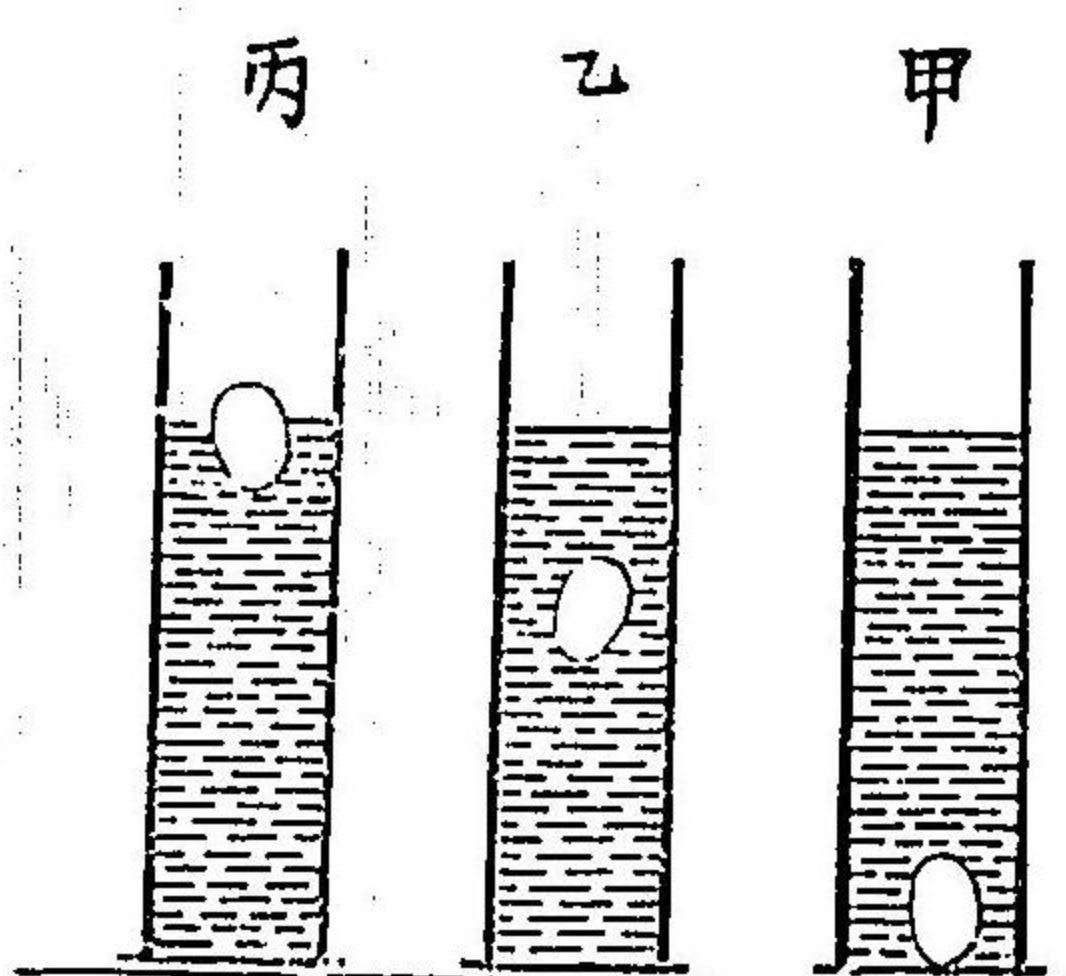
物體在水中減其重者因水之上壓力擁起之此力又名浮力水之浮力等與沈水物體同容積之水之重量



故物體入水、若水之浮力、比其重量較小、則沈水中、又較大、則浮水面、而所沈部分同容積之水、等於物體之重、若物體之重與浮力等、則在水中、可以任意所之、

浮力之質

第二十七圖 鷄卵浮沈試驗



盛水於玻璃筒內、置鷄卵其中、則下沈(第  
二十七圖甲)、次置鷄卵於濃鹽水中、則浮  
水面(丙)、若再加水於鹽水中、使之稀薄、則  
鷄卵居水中不浮又不沈(乙)、  
鐵甲船之浮水上、海中海游泳、較在淡水中  
覺易浮、在水中運大石、則輕而易舉、皆因  
水有浮力故也、

第五節 比重

比重之解

問羽與鐵孰重、人必曰鐵重、然以一與羽、較之一鈎之鐵、則羽重

矣、然則前者之問答、未甚了解也、凡比較物體之輕重、必取其同容積而後可、格致家比較物體之重、皆以同容積蒸氣水(攝氏寒暑表四度之重、而計其等於幾倍或幾分焉、其幾倍幾分之數、名曰比重、  
如欲計黃金之比重、可先在空氣中秤之、其重為一兩九錢三分、次沈之於四度蒸氣水中、即成一兩八錢三分、則與黃金同容積之水、既重一錢、而一錢與一兩九錢三分之比、黃金適當十九倍三、故以一九三、為黃金之比重、

比重表

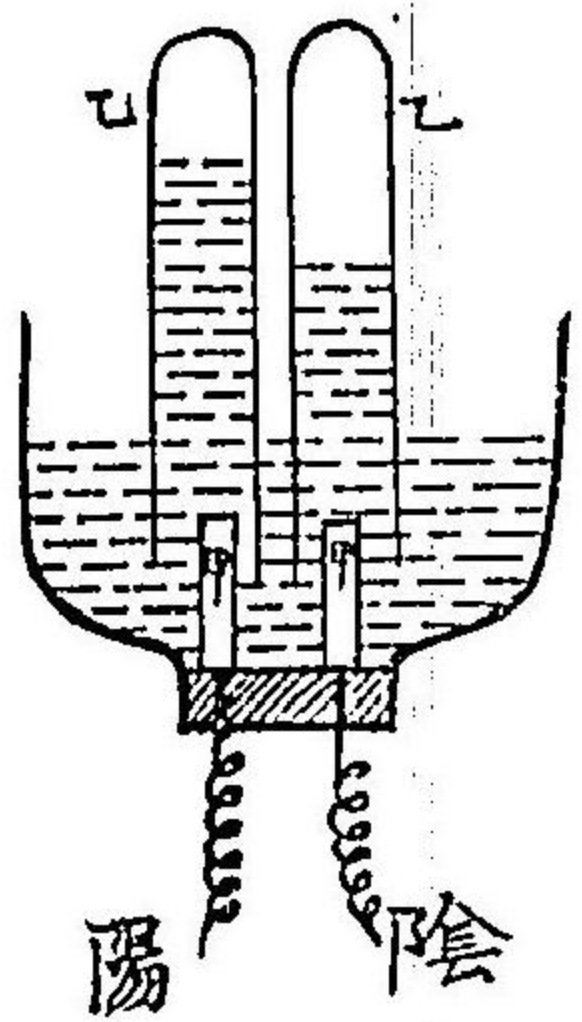
比重表

白金(鎊)	二一、五	玻璃	三、三
黃金	一九、三	水晶	二、七
鉛	一一、三	冰	〇、九一八



水之分解

第二十八圖 水分析器



第六節

水之成分

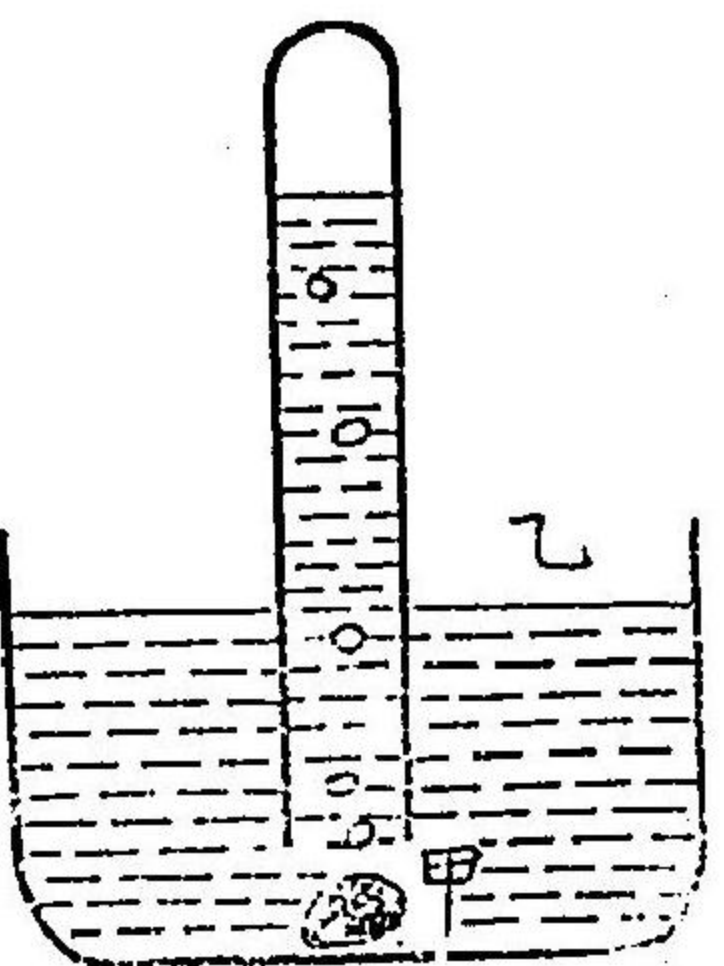
(甲)白金板 (乙)試驗管

如第二十八圖，玻璃器底置白金(鎊)板兩片，更由其板出銅線二條，謂之電氣分解器，試盛水於此器內，取試驗管(有底玻璃管)二充水其中，倒覆於二白金板上，加硫酸(硫強水)一二滴，連銅線兩端於電池之

銀	一〇、五	水銀(汞)	一三、五九
銅	八、八	血液	一、〇六
鐵	七、八	牛乳	一、〇三
錫	七、三	海水	一、〇二
亞鉛(銻)	七、一	煤油(石炭油)	〇、八四
金剛石	三、五	酒精	〇、七八

水素

第二十九圖 投鈉於水中使水素遊離



(甲)鈉 (乙)水

陰陽二極，即見小氣泡由白金板上升，集於試驗管中，由陰極白金板所出之氣體，較之由陽極白金板所出者，其容積兩倍，次驗其氣體，由陽極所出者，即前所言之酸素(養氣)，由陰極所出者，即此後所論之水素(輕氣)也。

水之成分

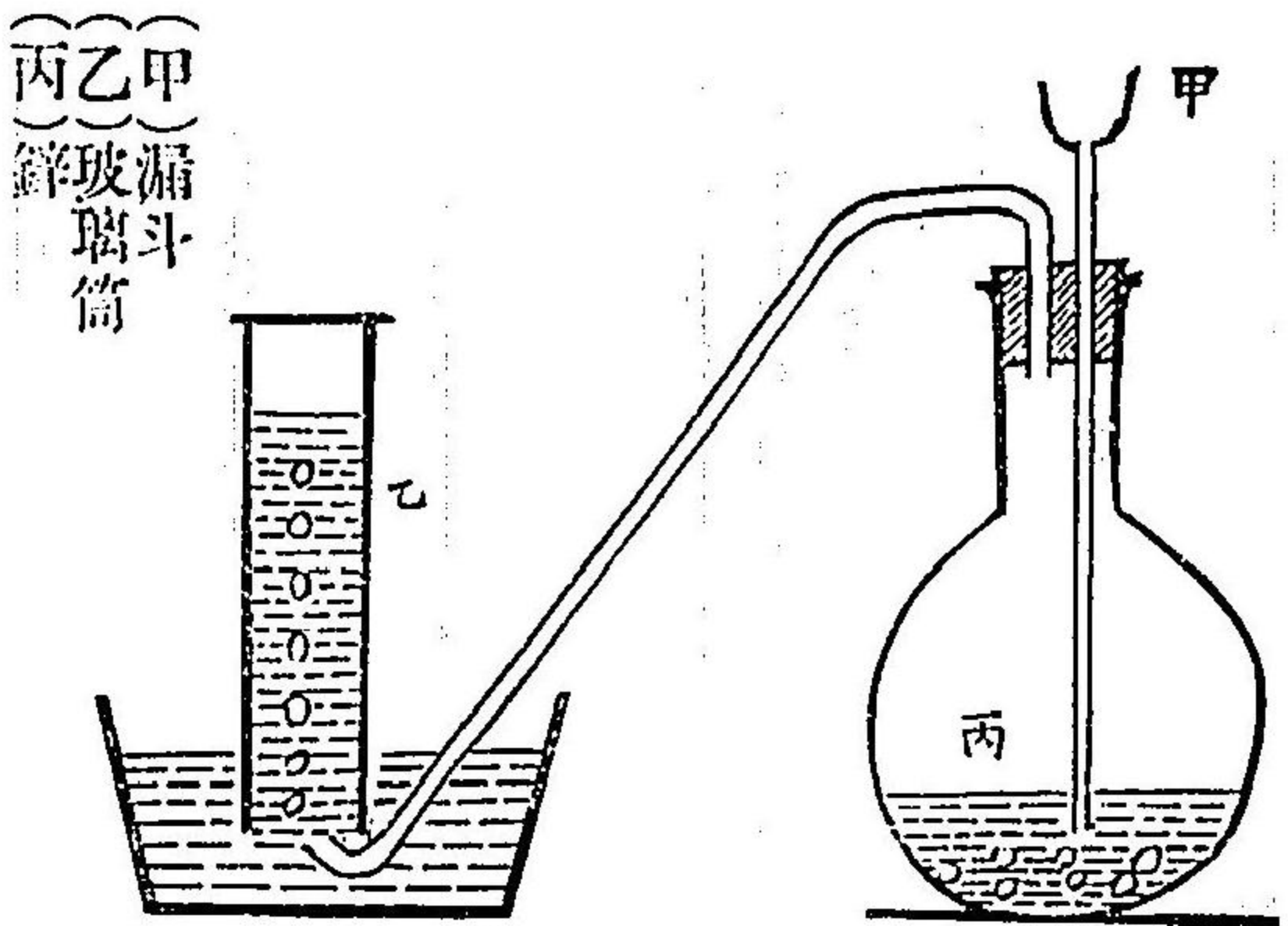
金類中有名鈉(那篤)留膜者，與酸素極易結合，試取鈉一小片，以銅線網包之，仔細沈之水中，即與水中之酸素結合，放出水素，故滿水於試驗管，倒覆其上，則此氣體上升集於管內，次混水素二容積，與酸素一容積，以電氣通之，則結合成水，由以上實驗，可知水為水酸二氣所合成者也，語其重，則水一百斤中，酸素占八十八斤零八有奇，水素則十一斤零一有奇也。



### 第七節 水素(輕氣)

水素之製法

採取水素、可用鈉由水分出、如欲多得、可仿製炭酸氣之法、置亞鉛(錫)之小片五錢許於玻璃瓶內、自漏



斗加入稀硫酸(淡硫強水)、稀硫酸者、以硫酸(濃硫強水)一分與水五分、所製之液也、於是氣體之多量發生焉、導之水中、又以滿水之玻璃筒、倒立其上、以採集此氣體(第三十圖)、惟水素若與空氣混、則當燃燒之時爆發、甚為危險、故採集之初、必驗其混空氣否、其法倒滿水之小試驗管、集水素而燃之、若徐徐燃燒、即純水素之證、若忽發暴響、即混有

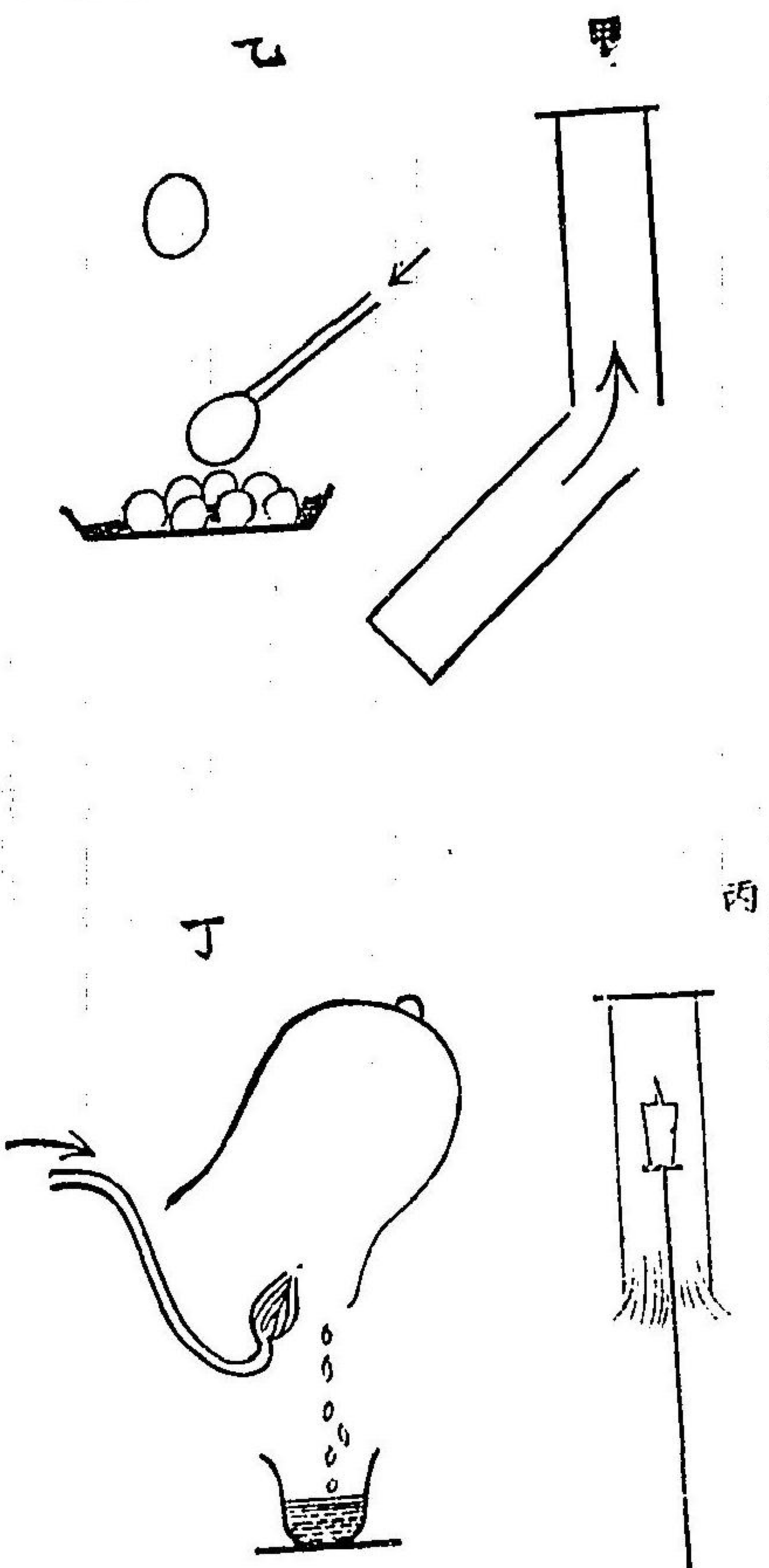
水素之性質

空氣、必俟空氣盡後、始可採集、

第三十一圖

(甲)水素移法  
(乙)石鹼球之上騰

(丙)燃燒水素  
(丁)燃水素生水



水素乃無味無臭無色之氣體也、比空氣輕十四倍半、故自下方、可移至上方、如第三十一圖甲、置滿水素之瓶於他

瓶口下、則見水素移入上方瓶內、試以燭火入下瓶內、無少變態、上瓶則觸火即燃、是其驗也、又作石鹼(戾子)溶液、以發生水素之



單體	化合物	化合
考得者有酸素窒素水素炭素硫黃磷金銀銅鐵亞鉛水銀鈉等	別爲二類單體及化合物是也化合物之數甚多單體則今日所	又非由化合所生雖用何法不能再分解之物曰單體故凡物質
以上之物質猶酸化水銀(三仙丹)受熱分解得酸素與水銀是也	炭酸氣水等化合物也故將此化合物分解之必得二種或二種	物質結合而生異性之物質名曰化合由是所成之物曰化合物
水素則空氣中之酸素與之結合生水如此二種或二種以上之	空氣中燃燭則燭中之炭素與空氣中之酸素結合生炭酸氣燃	素結合而生水也(丁圖)
管口入其中則石鹼球含水素升起空中(乙)輕氣球即本此理也	又如丙圖以燭火入滿水素之玻璃筒內燭火即滅然水素引火	燃燒即發淡青色之焰而生水滴是水素燃燒則與空氣中之酸

混合物	元素	元素表
然其數不及化合物之多若夫空氣成酸素窒素二單體之混合	非化合也如此類名稱混合物	水素(輕)
水雖爲水素酸素二單體化合而成者然謂水中有酸素水素之	單體各具原形不可也只可知其含有此兩氣之成分而已此含	北利武母(鉍)
有之成分各曰元素(元質)乃單體及化合物所公共者也譬如酸	素單體係由酸素之元素所成水則由酸水二元素所成者也故	炭素(炭)
單體常係由一元素所成其重要之元素如左表	那篤留謨(內脫利武母)	弗素(弗)
里丟謨(里替武母)	硼素(硼)	麻偈涅叟謨(馬固內西武母)
窒素(淡)	酸素(養)	



亞爾密紐謨(阿呂迷武母)  
 燐  
 鹽素(綠)  
 加爾叟謨(丐而西武母)  
 替且(鑽)  
 格羅謨(各路母)  
 鐵  
 古拔爾篤(古抱爾脫)  
 亞鉛(錳)  
 日耳曼尼武母(鉬)  
 賽連母(硒)  
 如比地武母(鉬)

硅素(矽)  
 硫黃(硫)  
 甲留母(鉀)  
 司干地武母(銅)  
 凡那地武母(鉬)  
 滿俺(孟俺)  
 暹結爾(臬計魯)  
 銅  
 谷利武母(銻)  
 砒素(鉍)  
 臭素(溴)  
 息脫龍知母(錳)

伊脫利武母(鈦)  
 尼哇比武母(鉍)  
 了帝尼武母(鈳)  
 巴刺地武母(鈹)  
 嘉度密烏謨(爾度米武母)  
 錫  
 沃素(碘)  
 悉西武母(鎂)  
 良他母(銀)  
 內哇地母(銻)  
 撒麻利武母(鐵)  
 忒爾比武母(鐵)

素告尼武母(鎳)  
 母里貌電(自利布母)  
 陸地武母(鎳)  
 銀  
 因地武母(錳)  
 安知母(紐謨安弟忙)  
 帝魯路(碲)  
 拔留謨(貝利實武母)  
 攝留謨(昔利武母)  
 布刺施哇地母(銻)  
 迦度利尼武母(鎳)  
 愛耳比武母(錳)



志利武母(銻)  
 且他耳(鉿)  
 哇斯米武母(銻)  
 白金(鉑)  
 水銀(汞)  
 鉛  
 土利武母(鉍)  
 右表中用圈為記者、為常見之物、其他則甚稀、以上原素、若化合之、可得無數之化合物、且自成單體、

壹的耳比武母(銻)  
 烏魯夫刺母(鎳)  
 衣利地武母(銻)  
 金  
 台利武母(鉍)  
 蒼鉛(鉍)  
 由刺尼武母(鉍)

### 第三章 熱

#### 第一節 物體之三態

分子  
 投糖一杯於水中、嘗之有甘味、若蒸其水使發散之、糖仍如故、可知糖在水中、已分為微小之部分矣、不獨糖如是、凡物體皆可分為至微至小之部分、此部分名曰分子(質點)、糖即糖之分子所成、分子與分子之間、皆有極微距離、其中互有吸引之力、賴是以保物體之形質、是力曰分子引力、又曰凝集力(即愛攝力)、物體由凝集力之強弱異其形態、常例分之為固液氣三體、

固體  
 如木、石、鐵、凝集力最強、皆有一定之形、若欲變其形、或切斷之、必要大力者、是曰固體、

液體  
 如水、油、酒精、凝集力弱、其形不定、且易分取其一部分者、是曰液



體

如空氣、酸素、水氣，極易流動，其分子互欲飛散者，是曰氣體。然此三態，皆受熱則變化，除如紙或木，遇熱則燃，酸化水銀（三仙丹）遇熱則分解之例外，大概物體，遇熱則固體成液體，液體成氣體，遇冷則氣體成液體，液體成固體也。熱水成水，水受熱成水氣，反之，則水氣冷成水，水冷結冰，梅蘭等花之送清香，樟腦、麝香之放芳馨，皆其分子混於空氣中，入我等之鼻，而刺激嗅官故也。

### 第二節 熱源

熱也者，吾人日常生活所必要者也。烹食物，取暖氣，莫不賴之。其本源以太陽熱為最，此外或生於薪炭之燃燒，或起於摩擦，或為地下之熱，皆是也。古來以熱為一種物質，物體得之則熱，失之則冷，然試以精密之天平秤一熱球，俟其冷後再秤之，其重量不變。

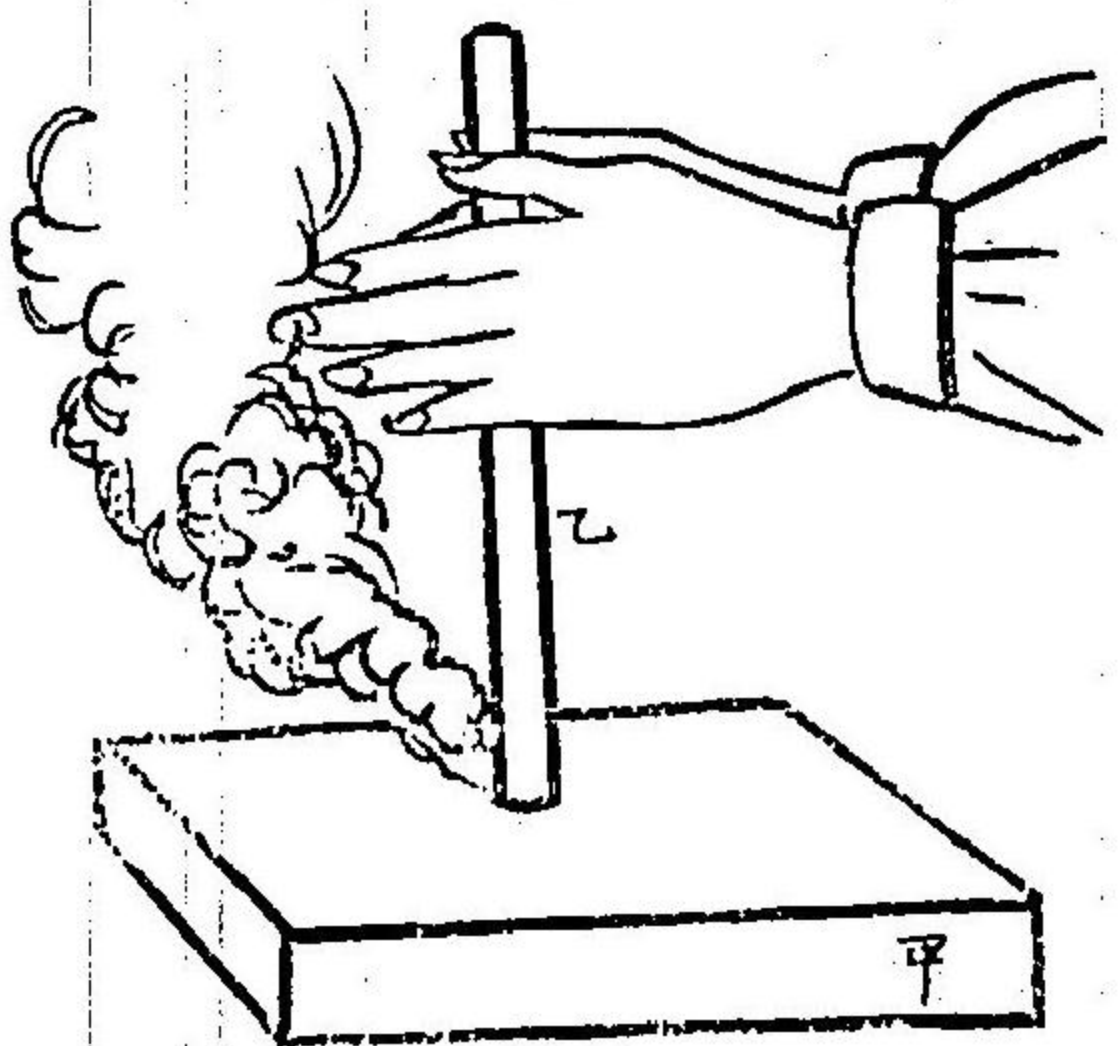
熱源

氣體

分子之振

生熱之例

第三十二圖 由摩擦生熱



(甲)檜板 (乙)小棍

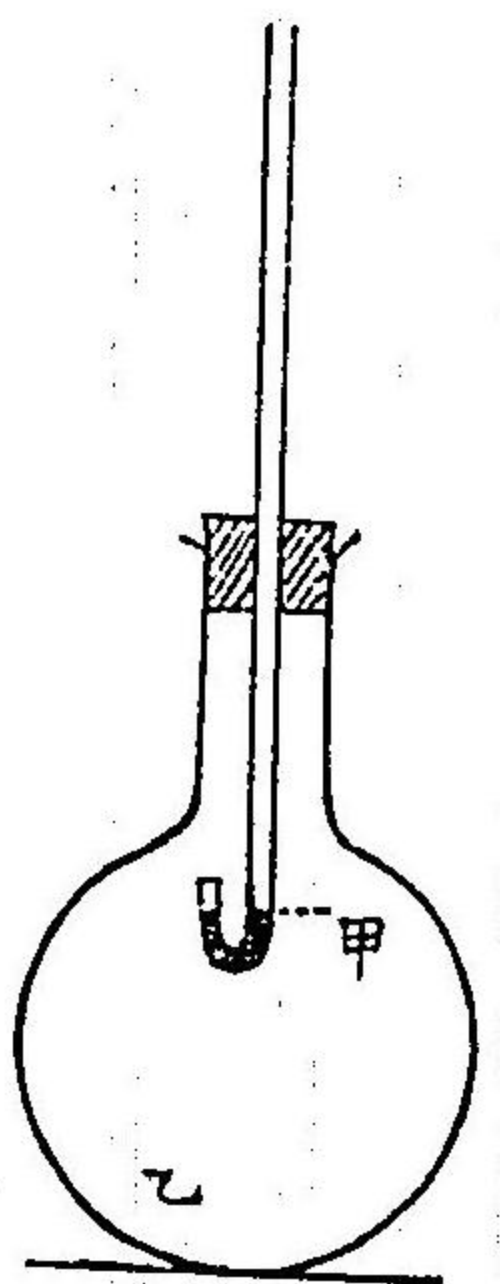
如果熱為物質，則球冷時必輕，不然則前說之誤也明矣。按近來學者之研究，熱是物體分子之振動也，其冷熱之不同，因振動之緩急而異，物體分子之振動急則熱強，振動緩則熱弱，而人寒暖之感，因以生焉。如第三十二圖，取檜樹板及小棍各一，直立棍于板上，以兩手旋轉之，則板及棍相摩擦而生熱發烟，是即因摩擦，使板與棍起分子振動也。烈風之時，山林中間發火者，是樹與樹相摩擦所生，其理無異也。

### 第三節 物體之膨脹



氣體之膨脹

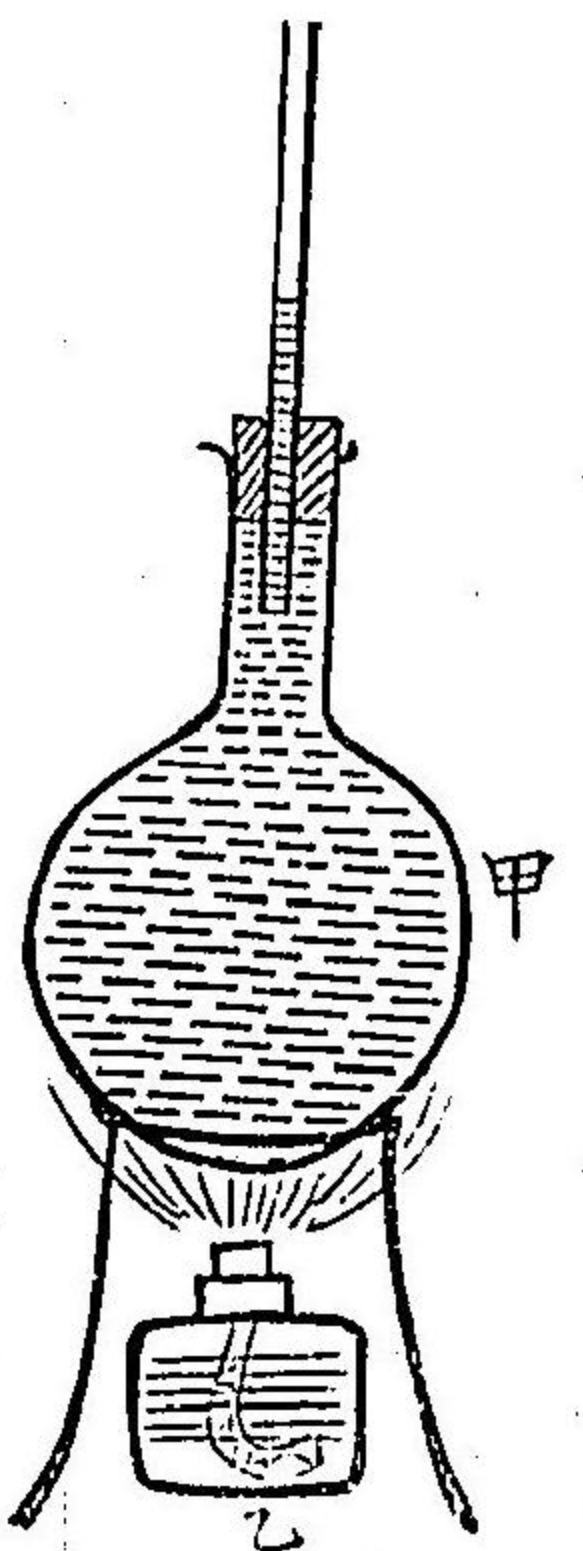
第三十三圖 氣體之膨脹試驗裝置  
(甲)紅水 (乙)空氣



以火暖橡皮球，則其彈力增大，冷則如故，是因球內空氣，熱而增大其容積也。又如第三十三圖，插細玻璃管於玻璃瓶內，瓶口置軟木塞，以防漏氣，玻璃管下端置紅水少許，以手握玻璃瓶，玻璃管中之水，即向上升，冷則復元，是因瓶內空氣容積增大也。竹、麥桿等燃燒之時，發爆聲者，皆因氣體之膨脹也。

第三十四圖 液體之膨脹試驗裝置

(甲)水 (乙)酒精燈

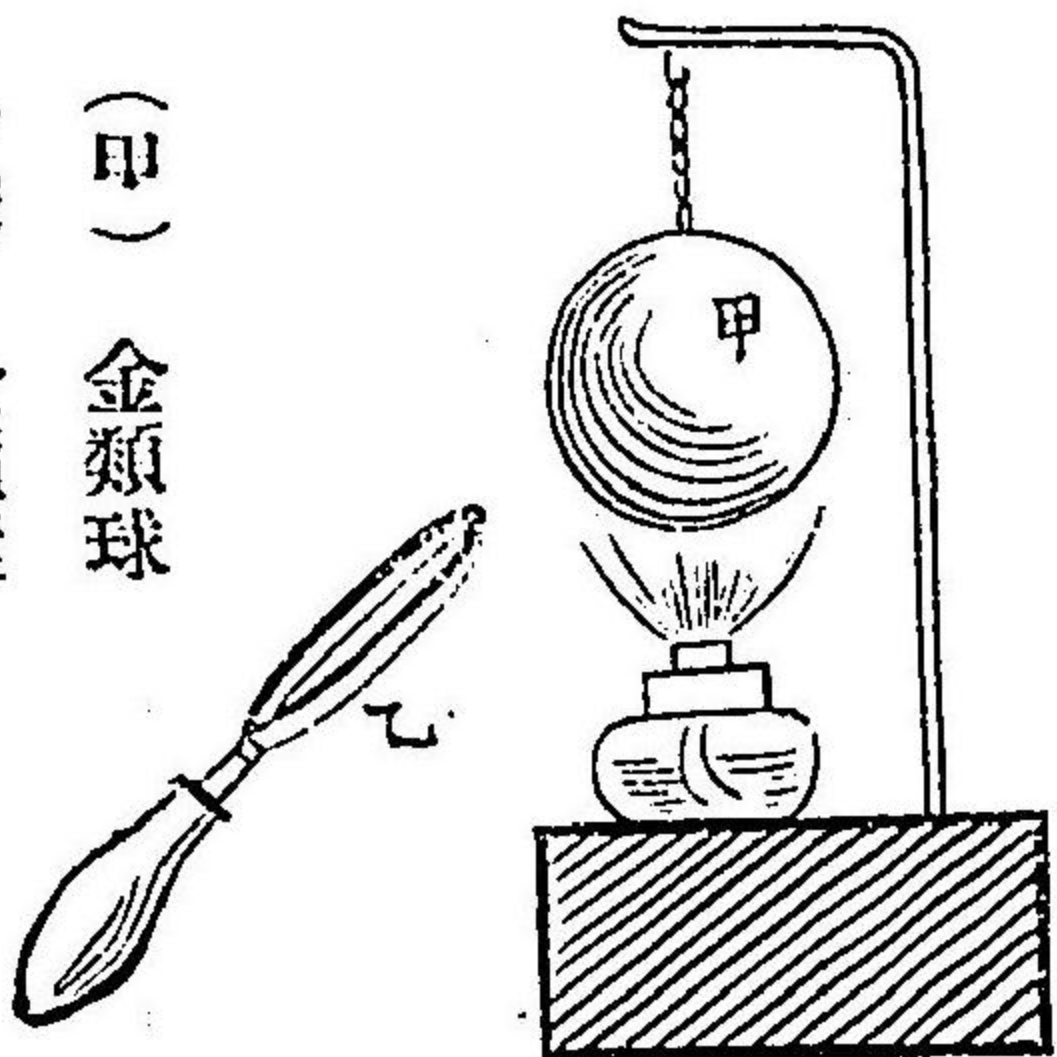


準前實驗所用之裝置，盛水於玻璃瓶，塞其口以防漏水之漏出，少加熱于玻璃瓶，水即由玻璃管上升，冷則復元，是因玻璃瓶內之

液體之膨脹

固體之膨脹

第三十五圖 試驗固體膨脹之裝置



水，為熱增大容積也，然其膨脹不如氣體之大，水沸之時，水之容積增大者，亦同是理。

如第三十五圖，有金類之球，又有一環，僅能使此球通過，若熱此球，即不能通過此環，是因受熱膨脹也。輪人篋車輪之鐵箍，必先造比車輪較小之箍，熱之令膨脹，而後篋入，冷則輪與箍密合，而車輪堅固矣。又鐵路之軌道，常留餘隙者，亦豫防夏日之膨脹也。

第四節 寒暑表(寒暖計)

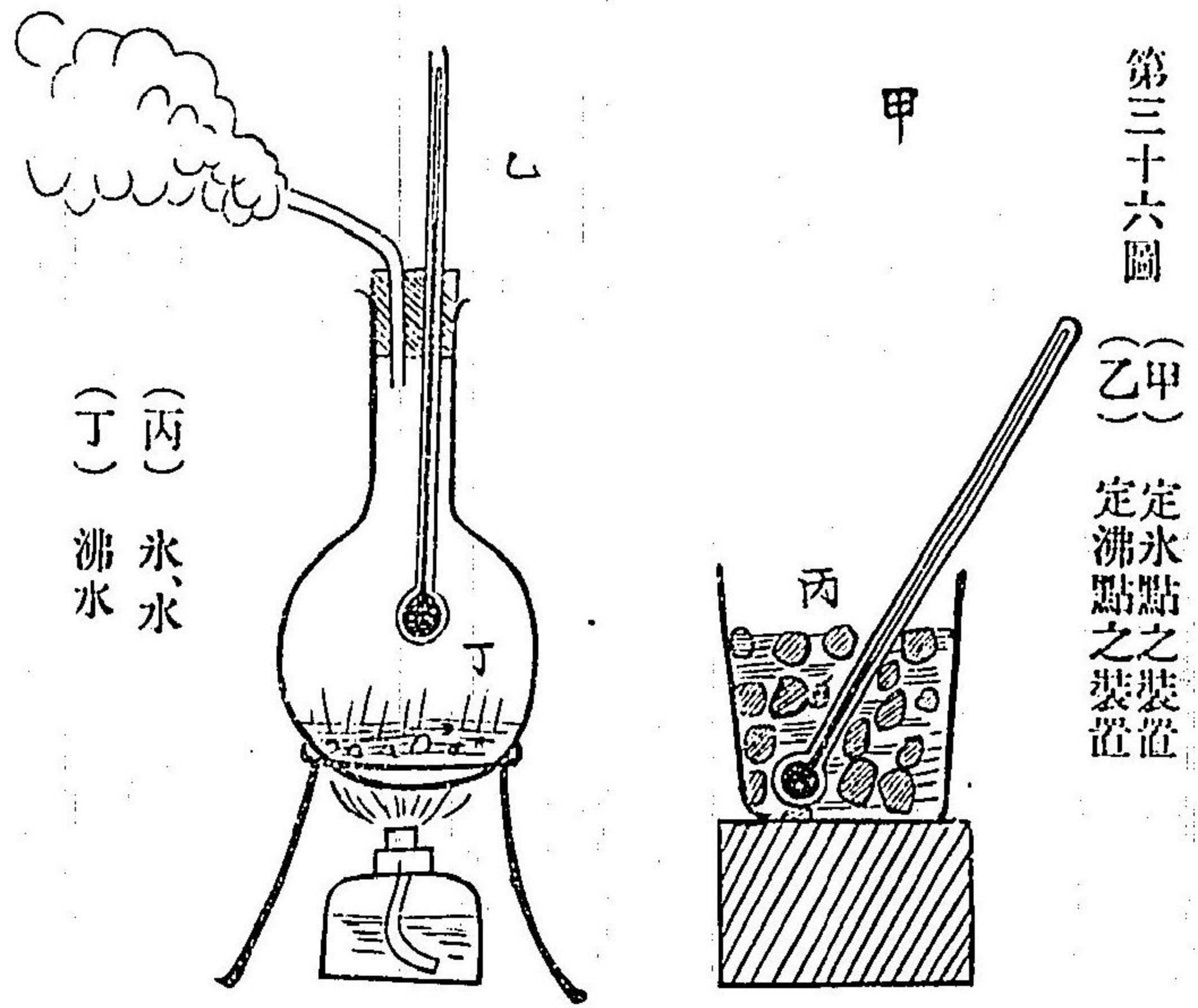
稱熱之大小曰溫度，手入水中覺冷者，水較手之溫度低也，入溫

固體膨脹之活用

(甲) 金類球  
(乙) 金類環



寒暑表之構造



湯中覺熱者，溫湯較手之溫度，高也。然以手比較溫度之高低，未必能精確，且亦不便。故有寒暑表之製焉。

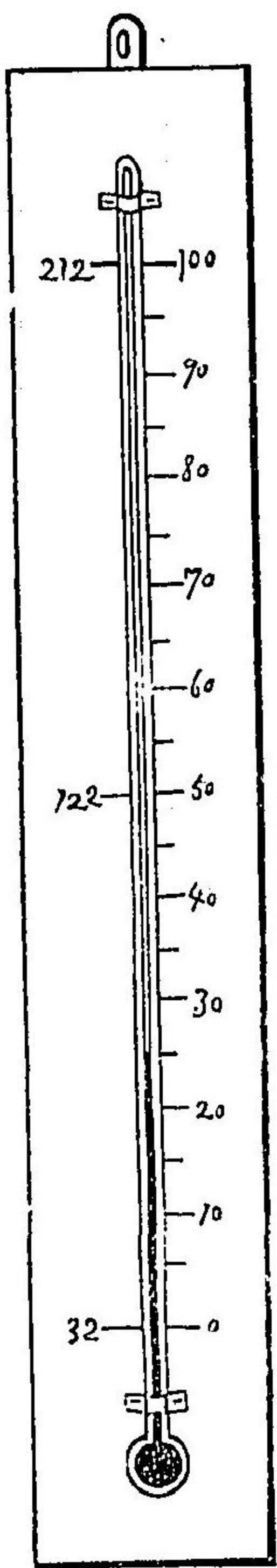
寒暑表為一細孔之玻璃管，下端稍大，或作球形，實水銀。其中，熱而閉其上端，若管中之水銀遇冷，則其容積減而下降，熱則容積增而上升，故視水銀之升降，可知溫度。且刻劃分度，以示其升降之差。如第三十六圖甲，置寒暑表

華氏寒暑表

於冰水混合物中，於水銀降下之點為記焉，謂之冰點。次按乙圖，置寒暑表於沸水之蒸氣中，於水銀升上之點為記焉，謂之沸點。攝氏寒暑表，以冰點為零度，以沸點為百度。醫家及科學家多用之，人體之溫度，凡三十七度云。

華氏寒暑表，以冰點為三十二度，沸點為二百十二度，其間分百八十度，尋常多用之。

第三十七圖 寒暑表



又有用着色酒精，以代水銀者，然不能計攝氏七十五度以上之溫度，且其膨脹之度，亦不精密，故學術上不取焉。

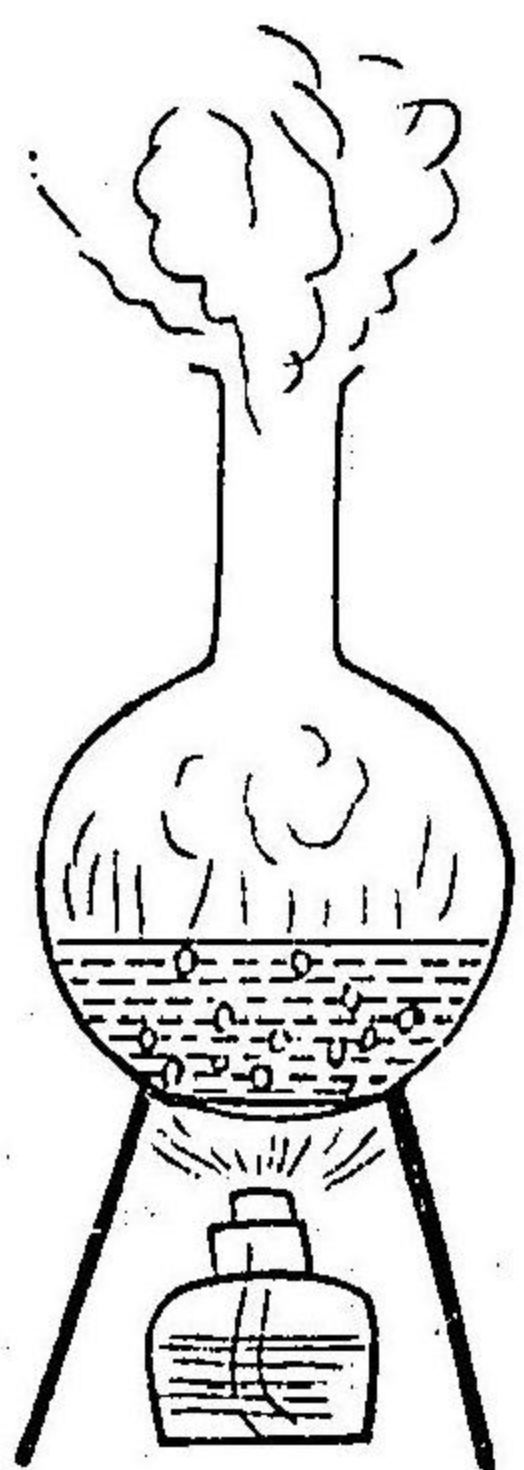


蒸發

### 第五節 蒸發及沸騰

前說既就雨立論，今依其理，以杯水曝空氣中，其水漸減少，終至乾涸，是由水自表面陸續成汽，放出於空氣中也。如此類，凡液體之水變為氣體之汽，曰蒸發。如第三十八圖，注水於玻璃瓶內，自底熱之，則見由水中出小泡，是即空氣之溶解於水中者，因熱分離也。少時見由瓶底出氣泡至水面，漸升漸小，是即汽也。更熱之，則水之各部大出氣泡，此現象曰沸騰。水之沸點百度，酒精之沸點七十八度，其沸點因液體而異。

沸騰



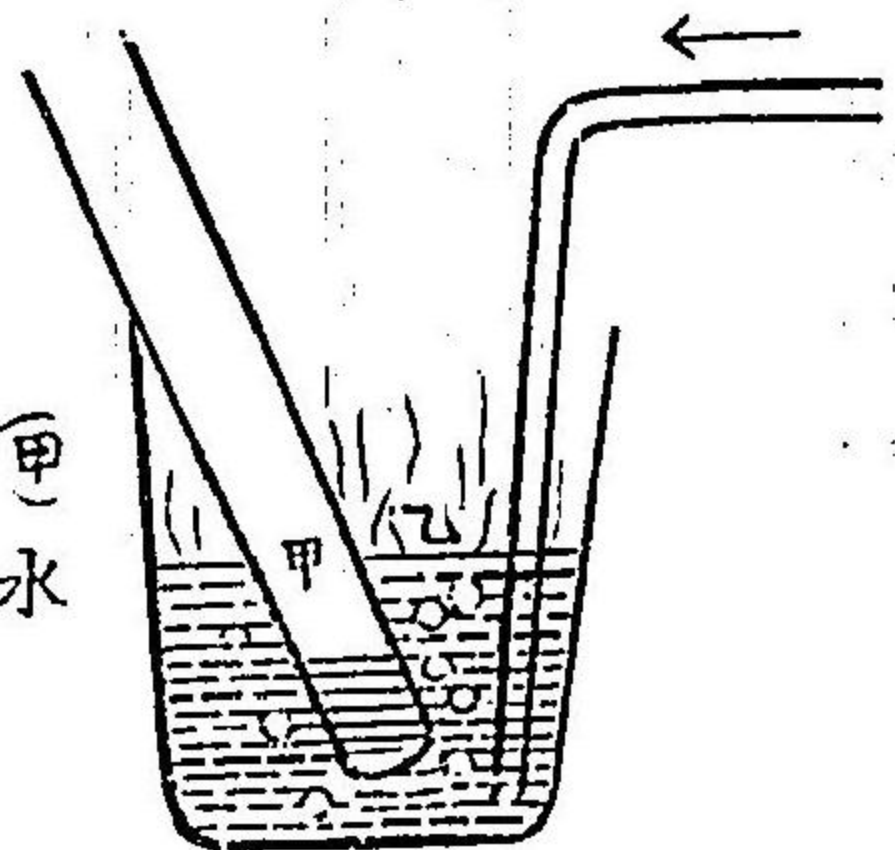
第三十八圖 熱水使沸騰

凡液體既沸騰後，雖再加熱，其溫度不能再升，惟蒸發盛耳。故烹飪之時，沸騰後須減其火力，但使能沸騰可矣。此節儉薪炭，勿使徒費。

人造冰

亦居家者所宜知也。

第三十九圖 蒸發以脫冷却水而作冰



(甲)水 (乙)以脫

發，水之熱即被奪成冰，以脫燃燒極易，切勿近火。

### 第六節 熱之良導體及不良導體

置鐵棒或銅棒之一端於炭火中，他端雖在火外，亦能受熱，是即熱由一端移至他端者也。此等容易傳熱者，曰熱之良導體。凡金

熱之良導體



熱之不良  
導體

衣服

兌飛安全  
燈

類皆良導體也，而銀銅為最，故沸水煮物等需熱時，宜用金類之器。

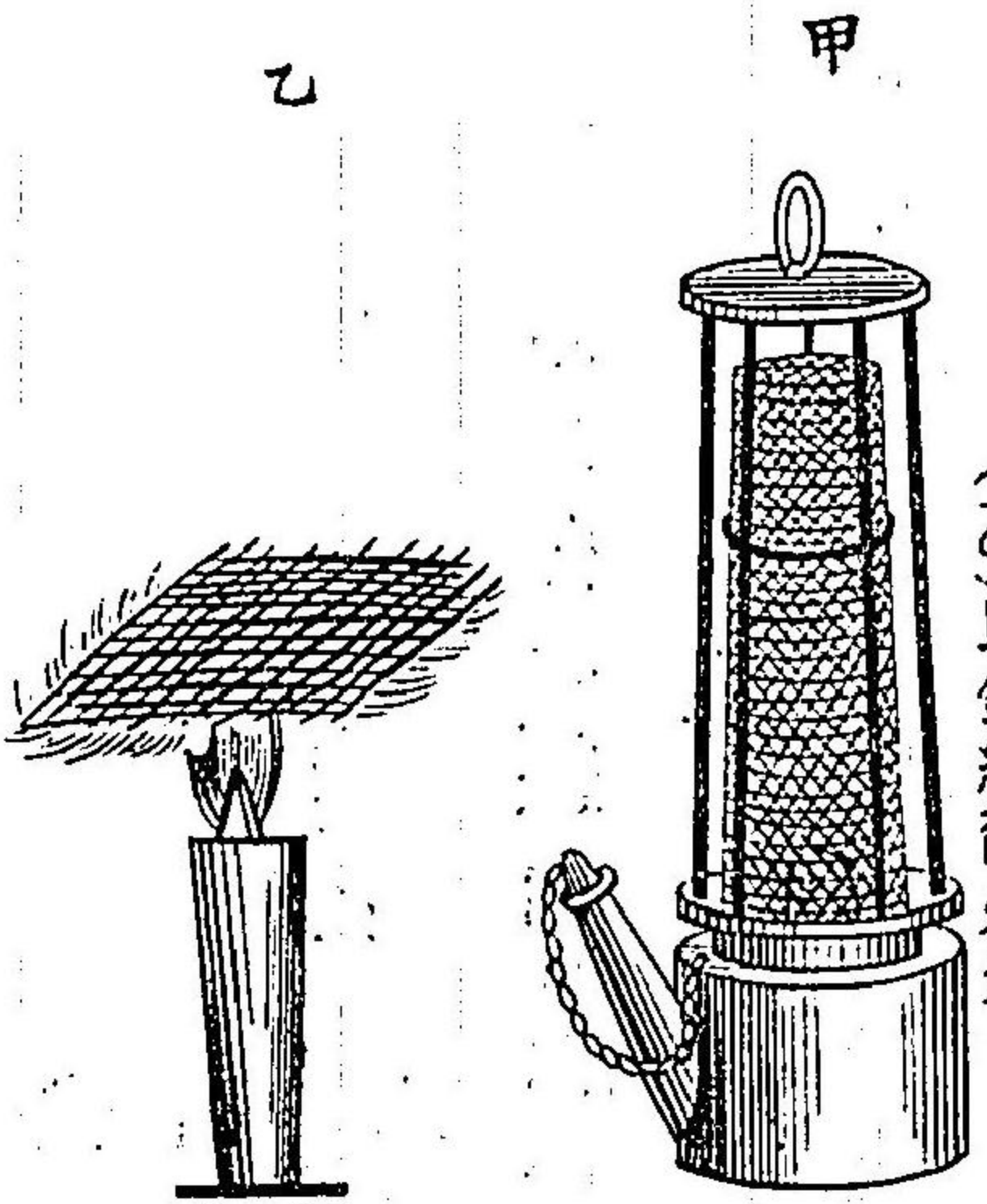
如木、石、玻璃、炭、絨布、空氣等，皆熱之不良導體，如茶碗、衣服、寢具等，防熱之放散物，宜用不良導體。寒地，二重其壁，藏空氣以防寒冷，鳥獸羽毛，屆冬期即密生，以防體溫放散，又藏冰宜用絨布或鋸屑等。

衣服，所以保體溫，飾容儀，不可務為華麗，綿布、絨布等，其纖維間含多量之空氣，故適於冬日之衣服，或內衣等，絹布、麻布，雖美觀，而與此目的不合，故可以作夏衣或外衣等。

玻璃瓶等有因忽熱忽冷破者，由其為熱之不良導體，一部雖膨脹，一部仍收縮，失其平均故也。

兌飛安全燈即防火燈，第四十圖，英人兌飛氏所發明也，洋燈火

熱之環流



第四十圖

(甲)兌飛安全燈  
(乙)以銅網蔽火炎

焰之四邊，包以細銅絲網，煤礦中掘煤時，用之最宜，蓋煤礦中往往發生易燃之氣，常用燭火，每因之爆發，而傷命不少，若用此安全燈，則氣縱爆發於銅網內，斷不延及外面，故採煤賴以無患。

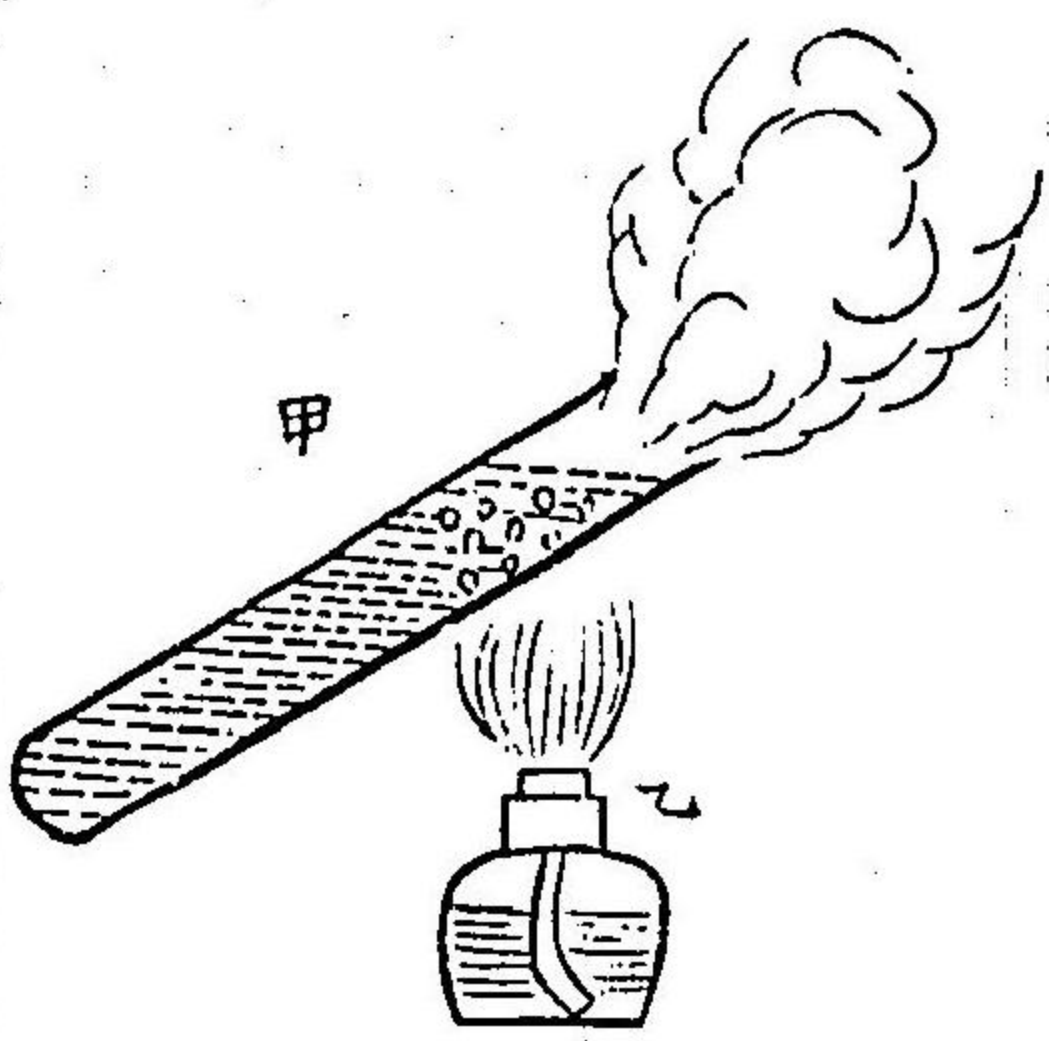
### 第七節 熱之環流

如第四十一圖，注水於試驗管內，支其下端，以火熱其上端，則水之上部，雖至沸騰，而下部不稍熱，其冷如故，是水為熱之不良導體故也。

然由下端加熱，不移時，水之全部即熱，至於沸騰，蓋水易流動，底

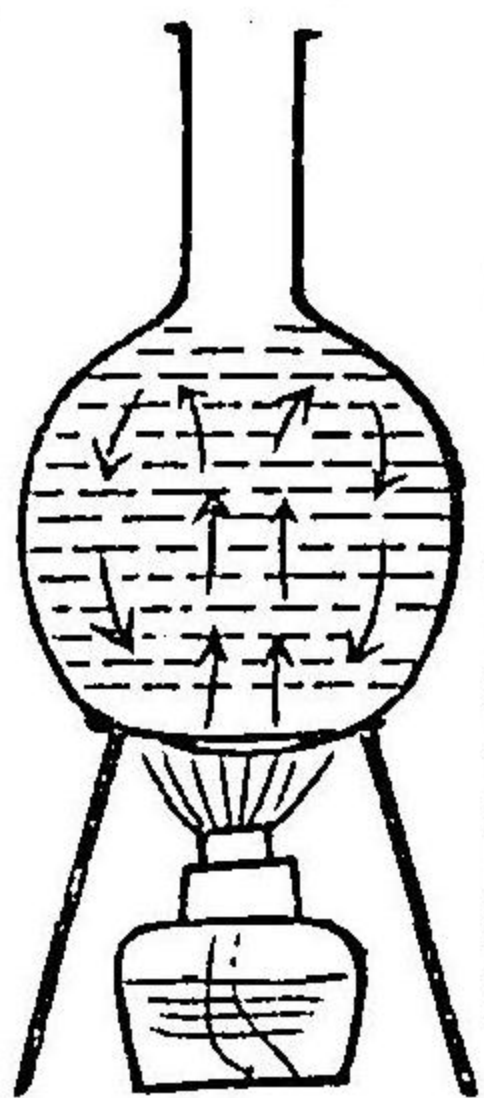


第四十一圖 雖熱水之上部下部之水不熱



(甲) 試驗管 (乙) 酒精燈

第四十二圖 示熱之環流裝置



部受熱之水，膨脹則輕，故上升，而上部未受熱之水，

重而下降，及受熱又上升，如此上下交代無間，則全部溫暖矣。此水流動之狀，如第四十二圖所示。置鋸屑於水中，迨水熱時，觀鋸屑之運動可知也。是曰熱

之環流，水之熱也，蓋由是理。

### 第八節 熱之輻射

在炭火傍，雖不觸之而覺溫暖，是熱非由空氣傳來，蓋空氣為熱之不良導體也，又非為既熱之空氣環流而觸身體，蓋已熱之空

熱之傳播

熱之輻射之活用

氣必膨脹，輕而上升也。縱其間無空氣，其現象無以異焉。此熱不由傳導，又不由環流而傳播，是曰熱之輻射。熱之自太陽達地球者，由此輻射也。

粗而黑之物，較之細而白之物，則吸熱速，且輻射亦速。故夏日宜着白衣，使不吸熱而反射。冬日着黑衣，使易吸熱。又如蒸氣罐，必磨之極光，以防熱之輻射。日常活用是理之處甚多。



### 第四章 燃料及燈光

#### 第一節 煤(石炭)

煤者產於世界各國、種類甚多、大概由炭素所成、是皆太古繁茂之植物、埋沒地中而炭化者、隨炭化之新舊、異其種類、今日猶有水草等埋沒沼澤等地而炭化者、是曰軟煤、其質雖粗鬆、亦可為燃料、

(一)無焰煤(即硬煤)、其質硬、色漆黑、有光澤、百分中含炭素九十分、為炭化之最古者、煤中以此為最優等、然產額甚少、

(二)黑煤、其色黑、百分中含炭素七十分至九十分、燃時稍發惡臭、其火力甚強、蒸氣機及工業上、皆用之為燃料、

(三)褐煤、其色褐、有木理、百分中含炭素六十分至七十分、試燃燒

煤之成分

無焰煤

黑煤

褐煤

煤之効用

之多發烟焰、殘留灰分、其火力亦比黑煤稍弱、煤為燃料、其用甚廣、謂今日之文明、可以消費煤之量表之、非誣言也、又煤氣可為燃料及點燈之用、其殘留者曰枯煤、猶足為燃料、可供冶金之用、

#### 第二節 木炭

木炭之製法

木炭為日用之燃料、乾餾木材所成者也、木之化合物、以炭水酸三者為主、若於空氣中煨木、則炭素水素與空氣中之酸素化合而生炭酸氣(炭氣)及水、且發多量之熱、然遮閉空氣煨之、則炭之大部分、成木炭、其他成烟而飛散、此方法曰燒炭、乾餾者、即遮閉空氣、而熱之之謂也、

木炭殆純粹炭素所成、燃燒之、即生炭酸氣、發多量之熱、故用之為燃料、然空氣之流通不暢、即生酸化炭素、此物為極有毒之氣、

酸化炭素



木炭之性質

獸炭  
煤烟

雖吸入少許，亦足致死，西人諺云，一片木炭，足以殺人，其毒可想見矣。酸化炭素，無色無臭之氣體也。吸入少許，初則頭痛眩暈，終則昏睡如死。彼在密閉室內，因炭火而生頭痛者，由此氣混在也。宜加意焉。乞丐等有因取暖，致死於竈內者，亦此故也。燃燒木炭之時，起青白色之微焰者，是即酸化炭素。燃燒之後，乃生炭酸氣。木炭能吸收各種氣體，故用之作防臭劑，又能吸收各種有害之物。故又用之濾飲料水。在空氣中，木炭非似木材變化之易，故埋土中之木樁及板屏等，皆燒表面，使炭化而後用之。墨所書字及印刷之文字，不變化者，亦由炭素之故。

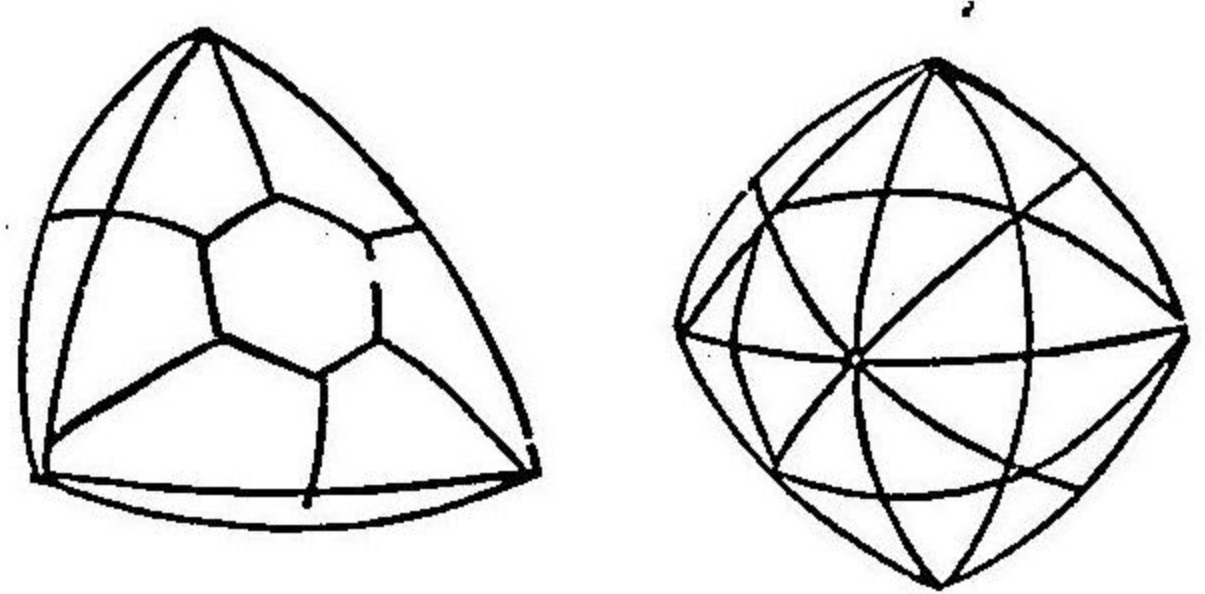
獸炭乾餾動物之血骨而成者也。製純白之糖時用之。油煙及煤烟燃燒油及松香使少受空氣，集取之，為極細之炭末，可作墨及印刷用墨。

筆鉛

金剛石

人造金剛石

圖三十四第 金剛石



筆鉛(石墨)乃脆弱灰黑色之礦物，因炭素所成，可作鉛筆心，又塗鐵器以防生鏽，或以其粉末有滑澤性，用塗機器以止摩擦也。

金剛石(第四十三圖)為萬物中最堅硬之物，光澤美麗，極透明，有青黃紅白等色，質之良者為寶玉，價極貴，其劣者用以截玻璃。印度巴西及南亞非利加等產之。

試取木炭、獸炭、油煙、煤烟、筆鉛、金剛石等之純粹者，燃燒於酸素中，必生炭酸氣。此等物皆為炭素所成之單體也。今日已能以木炭作筆鉛，更由電氣力，使變為金剛石，但其形極小耳。雖然學術之進步，亦盛矣哉。

### 第三節

煤油(石炭油)



煤油之所

煤油可為燃料及點燈之用，吾人日常所必需，自地中湧出，汲取而精製者也。原油乃太古之生物，埋沒地中，經濾出者，其色黑褐，有惡臭。俄國之南方及美國，出產甚多。

煤油之製法

精製之法，先蒸餾原油，因其沸點之高低而分別，蓋沸點之低者，易發火，甚危險，其高度者，至冬令則粘稠，不易燃也。蒸餾原油時，最初所出，沸點最低者，曰揮發油，無色而易流動之液體也。揮發

揮發油

油，用溶解脂肪及油類，又絹及毛布等之染污垢者，用此油洗之，

遂清潔如故。其次所蒸出者為燈油，即日常所用之物，此液微帶

黃綠色，有自然之臭氣，為炭水之化合物，燃之即生炭酸氣及水

也。其次蒸出者曰器械油，可為機器之滑料，其次曰瓦攝林，其質

如糊，用作膏藥，又塗擦機器刀刃之類，以防生鏽，最後所得曰巴

辣，非因石蠟，固體也，用作蠟燭。

器械油  
瓦攝林

石蠟

### 第四節 蠟燭

蠟燭

蠟燭所以照夜，亦如脂肪、木蠟、石蠟等，以炭素水素化合物為原料，其燃燒之處，係以竹絲紙等所作，謂之燭心，點火則蠟熔而自燭心上升，成氣體，與空氣中之酸素化合，燃燒而發光熱也。

火焰

如燃燒硫黃、木材、蠟燭等物，則發火焰，若木炭、鐵之類，則否。氣體燃燒時，或燃燒物因熱發生氣體時，乃生火焰，火光之強度，雖關於熱之強弱，亦由火焰中存有固體也。水素之焰，其光雖微弱，然

因存有木炭之粉末及塵埃等，倍增光明，若焰內加石灰，則光甚

強，蠟燭之光，因其火焰中存有微細之炭末，此蠟受熱分解所生

也。試以白紙急遮火焰，取出驗之，必呈黑色輪狀，其黑色即炭末

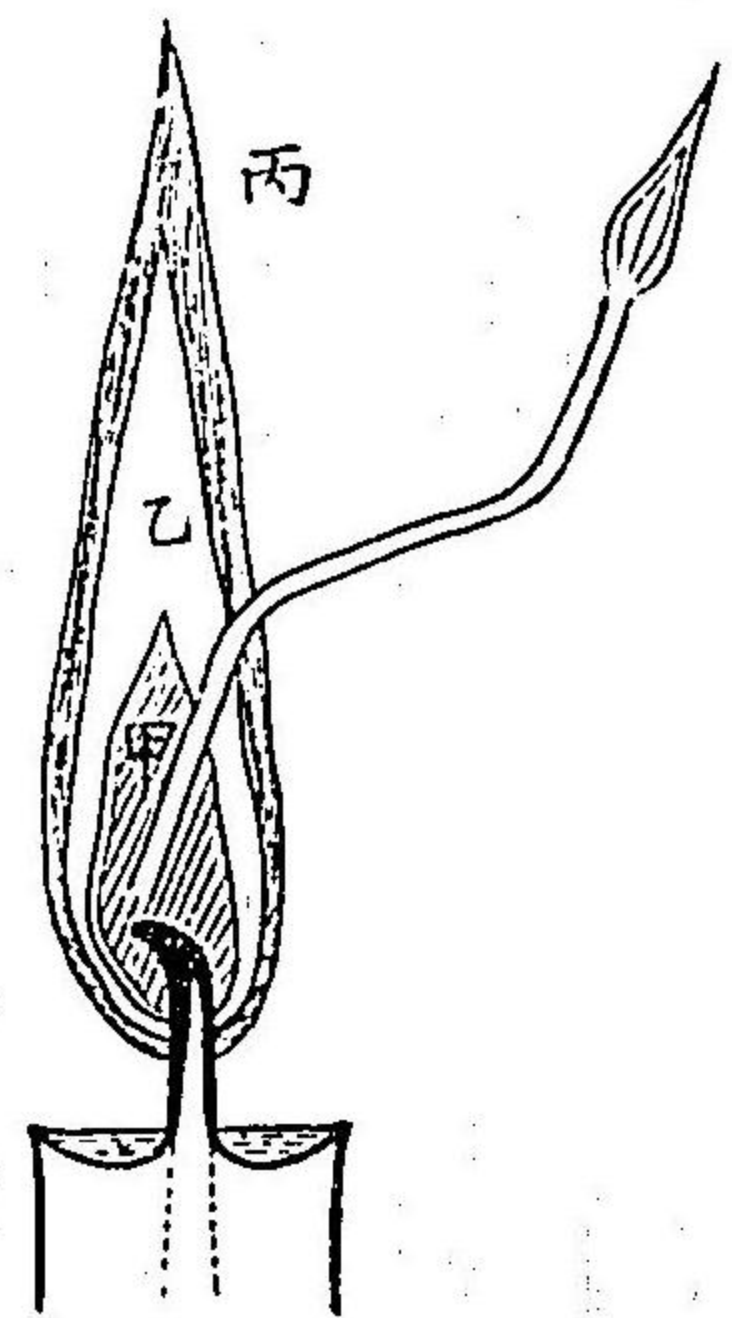
也。

凡火焰可分為三層，甲中心暗黑，乃由燒物所化出之氣體，尙未

火焰之三層



燃燒，試以玻璃管導此氣體，點火即燃，乙其外部空氣不甚通，未能全燒，微存有煙煤，故光最強，丙最



外部使極通空氣，其燃燒亦完結，熱最強，然因無煤，故光弱，火焰又有紫紅白黃綠等色者，如烟

花之類是，蓋因用藥品，使火焰中含

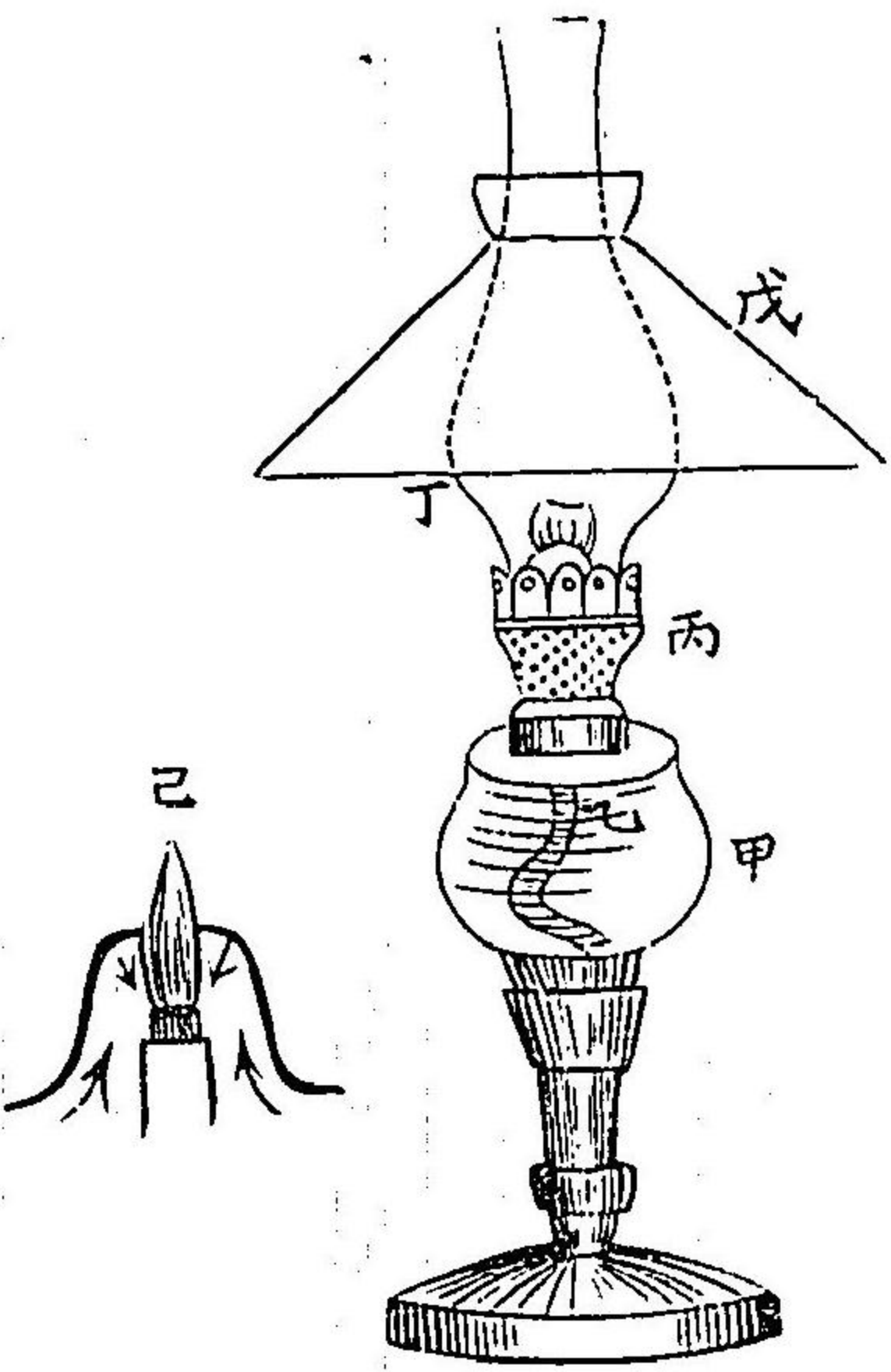
### 第五節 洋燈

洋燈之構造

通用洋燈，係由油壺、燈心、燈口、燈罩、燈傘五件所成（第四十五圖），油壺在下，所以貯藏煤油，以玻璃製之，然亦有用金類，但易熱，故危險，燈心所以吸油點火，其形或扁或圓，用綿線製造，以易浸油。

第四十五圖 洋燈

(甲)油壺 (乙)燈心 (丙)燈口  
(丁)燈罩 (戊)燈傘 (己)銅帽



故也，因螺絲旋轉之，可使上下，燈口以金類作之，下面多小孔，令通空氣，燈心上所覆銅帽，使由小孔吹入空氣，暖後反射（己圖），以助燃燒者也，燈罩所以使燃後所生炭酸氣與水蒸

洋燈之利便  
用洋燈之注意

氣等自上方散去，以助空氣之流通，係玻璃所作，烟筒之用與此同，有助燃燒之效，燈傘使光反射，增加光明，以金類或玻璃或紙所作，洋燈為照暗最便之器也，都邑多用之，然苟不注意，常生火災，或致火傷之危險，燈口取下，或近煤油罐之傍，切不可點火，蓋火氣易移於煤油故也，若洋燈破壞煤油燃燒之時，宜以毛布或



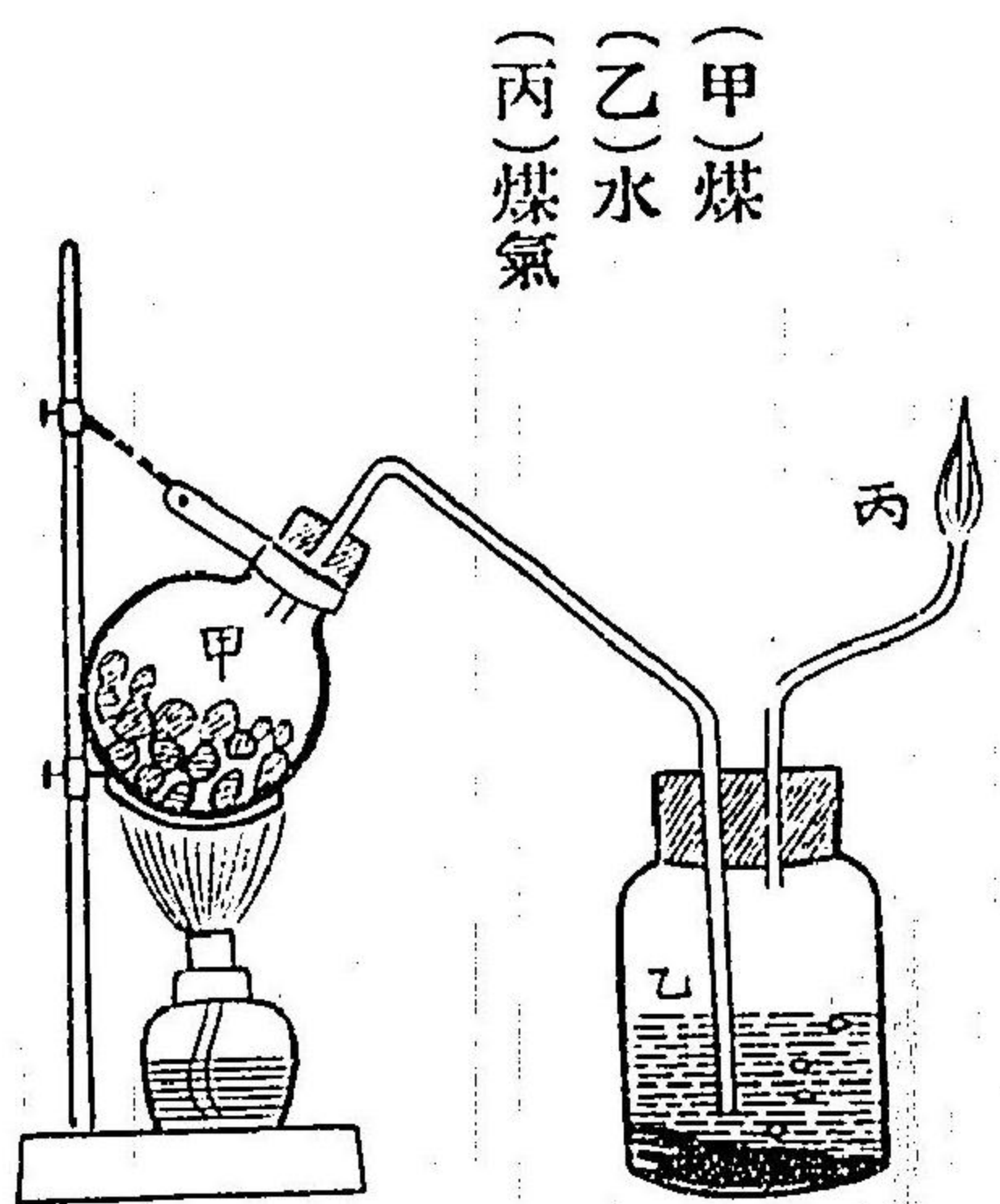
灰土披覆之、以杜絕空氣、乃可消滅、決不可用水、如備有消火器、用之亦可、洋燈貴光明、故拭時、宜加意使清潔、

### 第六節 煤氣燈 (瓦斯燈)

煤氣之製造

煤氣燈、都會之地用作街燈、室內亦用之、供燃燒者、概為煤氣、如

第四十六圖 煤氣之製造



第四十六圖所示、置煤之細片於素燒之陶器內、簞玻璃管密閉之、使玻璃管一端在他玻璃瓶之水中、玻璃瓶以木塞密封之、再備一玻璃管、加熱於陶器下、則生氣質、此氣質透過水中、再由第二之玻璃管出、引火點之、即發光明火焰、是即煤氣燃燒也、

煤氣之副產物

煤氣燈即準是理而作、但其工程大耳、玻璃瓶水中、尙留有惡臭之液、與黑棕色之油狀物、有臭氣者曰安母尼亞、可作肥料及藥品、黑棕色之油狀物曰木黑油(他爾)、科學未進步之時、皆以為廢物而棄之、今以之製出石炭酸、徧蘇兒、亞仁林染料、遂成重要之物質矣、學問之進步、有關於利用厚生、於此可見矣、

煤氣燈

煤氣燈、置煤於鐵器內、乾餾而製煤氣、更導之於大鐵器內、此器名煤氣池、從此以鐵管分配於各所、更用鉛管分之、以供街燈、或室內之用、點火之口、係以金類所作、有螺絲、點火時開之、則氣放出、平時則閉之、防其漏出、其光輝遠過洋燈、且少火災之慮、煤氣為無色有臭之氣、以水素及沼氣為主、且含有生油氣、酸化炭素、故甚有毒、吸入之即生大害、

煤氣之成分

阿西台林燈

以阿西台林氣代煤氣者、曰阿西台林燈、室內多用之、光強而色



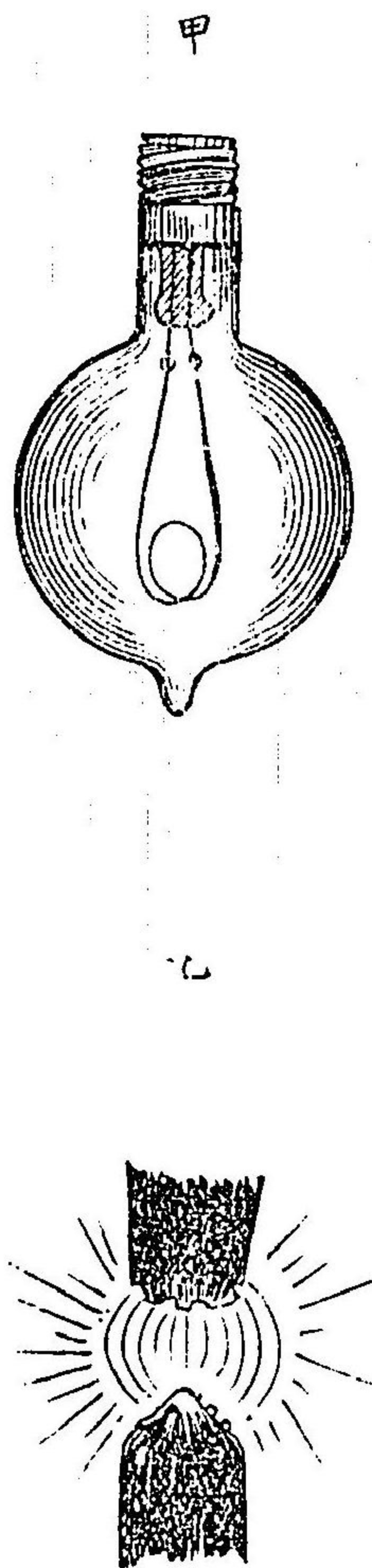
青白、甚美觀、是乃以炭化石灰之灰黑色固塊滴水其上不斷、使發生阿西台林氣、再以鉛管導至所要之處、然與空氣混即爆發、宜慎之、但不若煤氣之有毒、

### 第七節 電氣燈

電氣燈之種類

電氣燈有白熱電氣燈、弧狀電氣燈二種、白熱電氣燈(第四十七圖甲)、室內多用之、將竹絲或綿絲所造之細炭線、閉於真空玻璃

第四十七圖 (甲)白熱電氣燈 (乙)弧狀電氣燈



電氣燈之效用

球內、通電流(說見後)於炭線、即熱而發白光、因在真空中、故無燃燒之事、弧狀電氣燈、乃以二炭棒相接觸、通以強電流、即放弧狀強光、眩耀人目、道路公園多用之、因炭棒消耗、須常改製(第四十七圖乙)、

電氣燈所以照夜、其餘行軍時有用之、如防敵之爆發藥、藉此以引火、又如探海燈、用以察敵艦之位置、或明滅之以為信號、又照相術醫術等、亦莫不用之、真文明利器之一端也、



### 第五章 光

#### 第一節 發光體

發光體
暗體
透明體
不透明體

太陽燈燭之類、自能發光之物、曰發光體、木石鐵等不能自發光、必受發光體之光而後能見者、曰暗體、發光體之溫度常高、然亦有低者、如螢光磷火等是也、又如空氣、水、玻璃等、透過光者、曰透明體、若金類木石、全不能透過光者、曰不透明體、

古人以光為實體、吾人所以得見物體者、由物體有光之實體、發射而入於目者也、然光亦無重量與熱同、但由物體之狀態耳、蓋物體分子(質點)之振動激烈、則目感之也、今試投鐵球於火中、熱甚、遂發白光、

光之直進

天無二日、然衆目同時皆可望見、由是知光乃分行於各方也、如置手於太陽與目之間、則不能見太陽、又置板於燈火與目之間、亦必不能見燈火也、蓋光行直線故也、試觀夕陽西下、由雲間射出之光、必為彩色之直線狀、發鎗之時、以目標為標準者、光行直線故也、

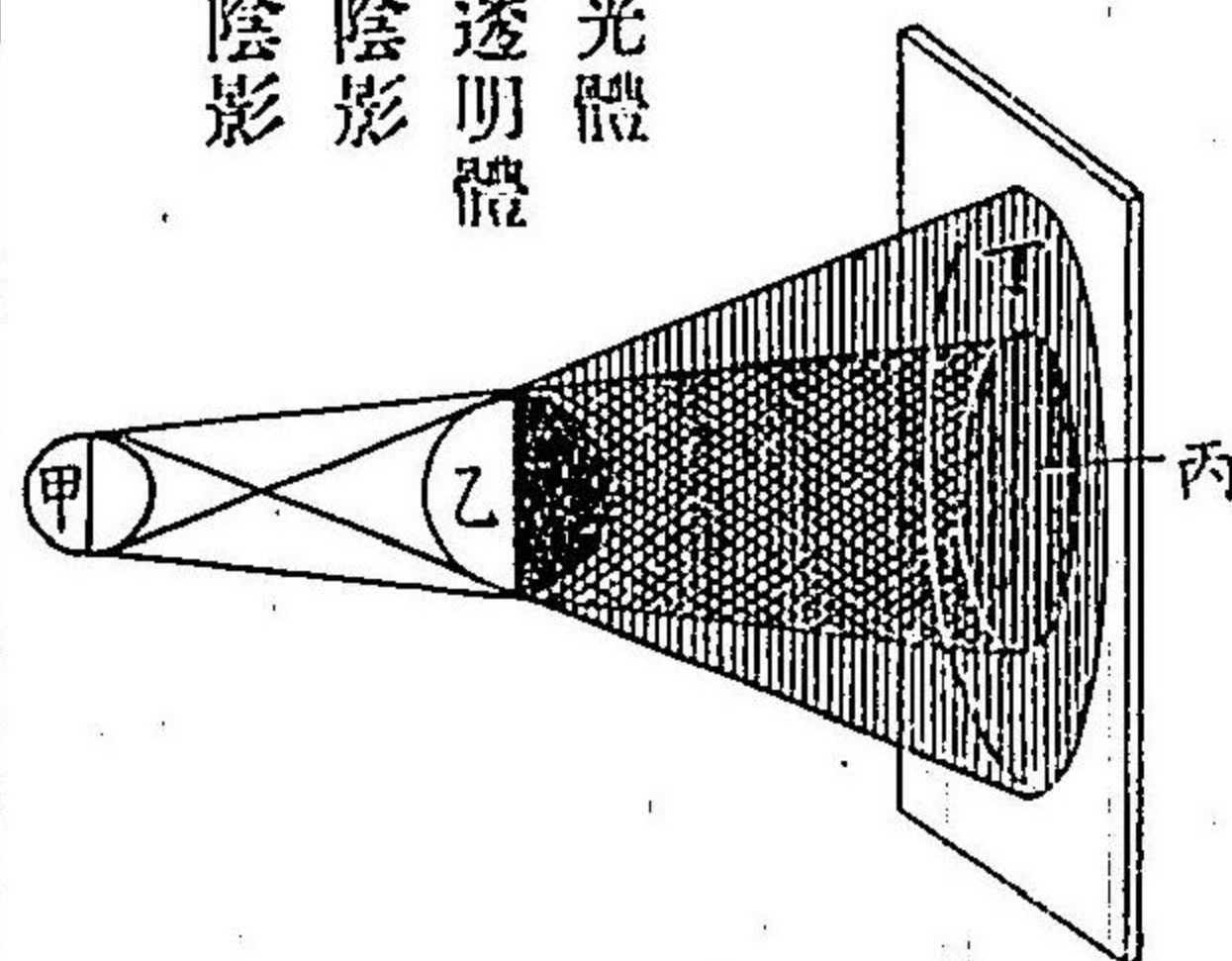
生理影之

#### 第二節 陰影

本陰影

圖八十四第 影陰

- (甲)發光體
- (乙)不透明體
- (丙)本陰影
- (丁)半陰影



陰影者、因光由直線進行所生也、由發光體甲(第四十八圖)所發之光、以不透明體乙遮之、則此物體之背部不能通光而常暗、此暗部名曰陰影、如丙部、無論光自何方來、皆不能達於是、曰本陰影、丁部



半陰影  
光之強弱

受一部所來之光，故闇黑較淡，曰半陰影，陰影是發光體及物體之距離若一定，隨其位置之變動而大小不同，光之照物體也，隨距離異其強弱，離發光體二倍，其光度則為四分之一，三倍則為九分之一，蓋光度與距離之平方，反比例也。

### 第三節 日蝕及月蝕

關日蝕月蝕傳說

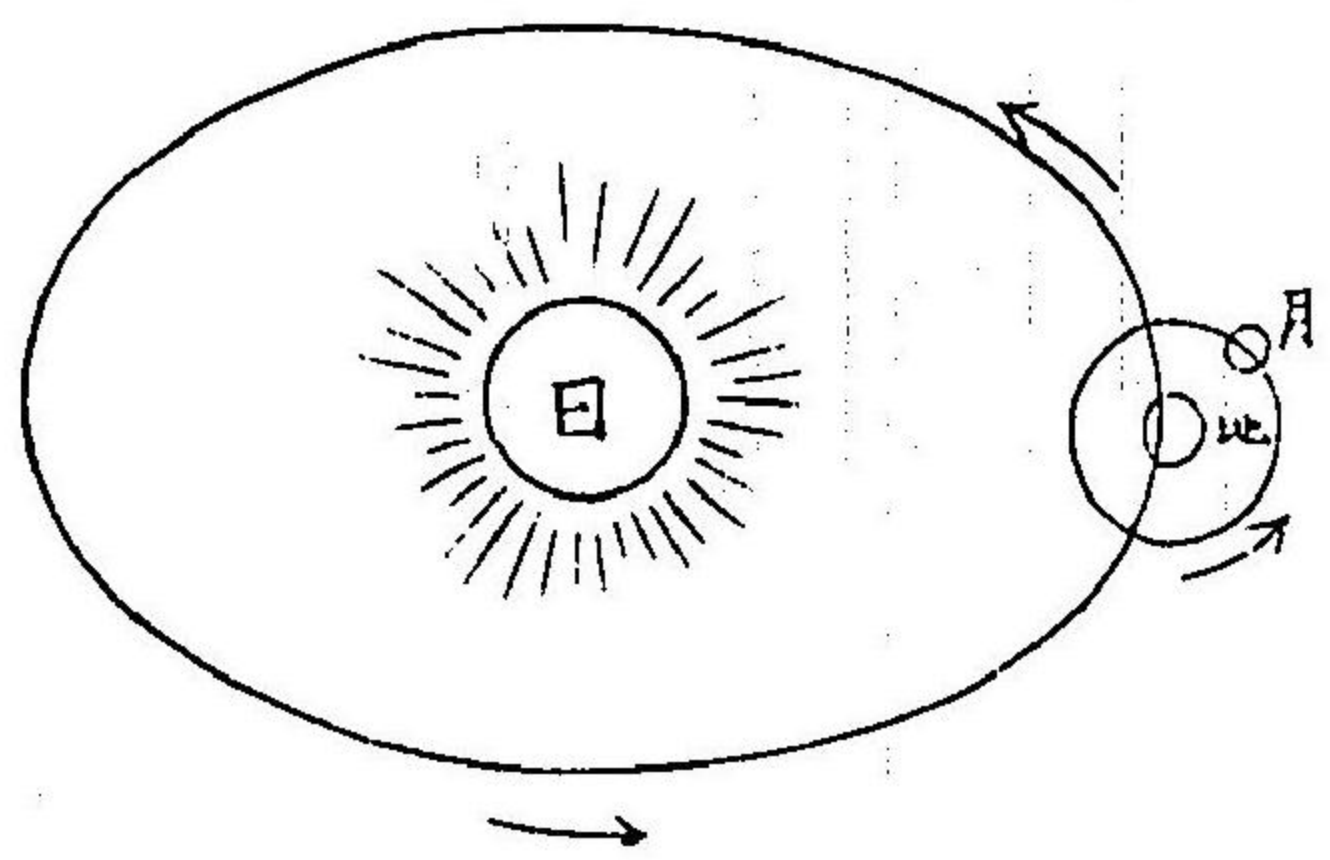
日蝕及月蝕，由太陽陰影所生之現象也，往古學問未進步時代，及野蠻之人民，或以為怪神所為，或以為太陽為民衆受疾苦，或以為天災地變之兆，其惑甚矣。

生日蝕之理

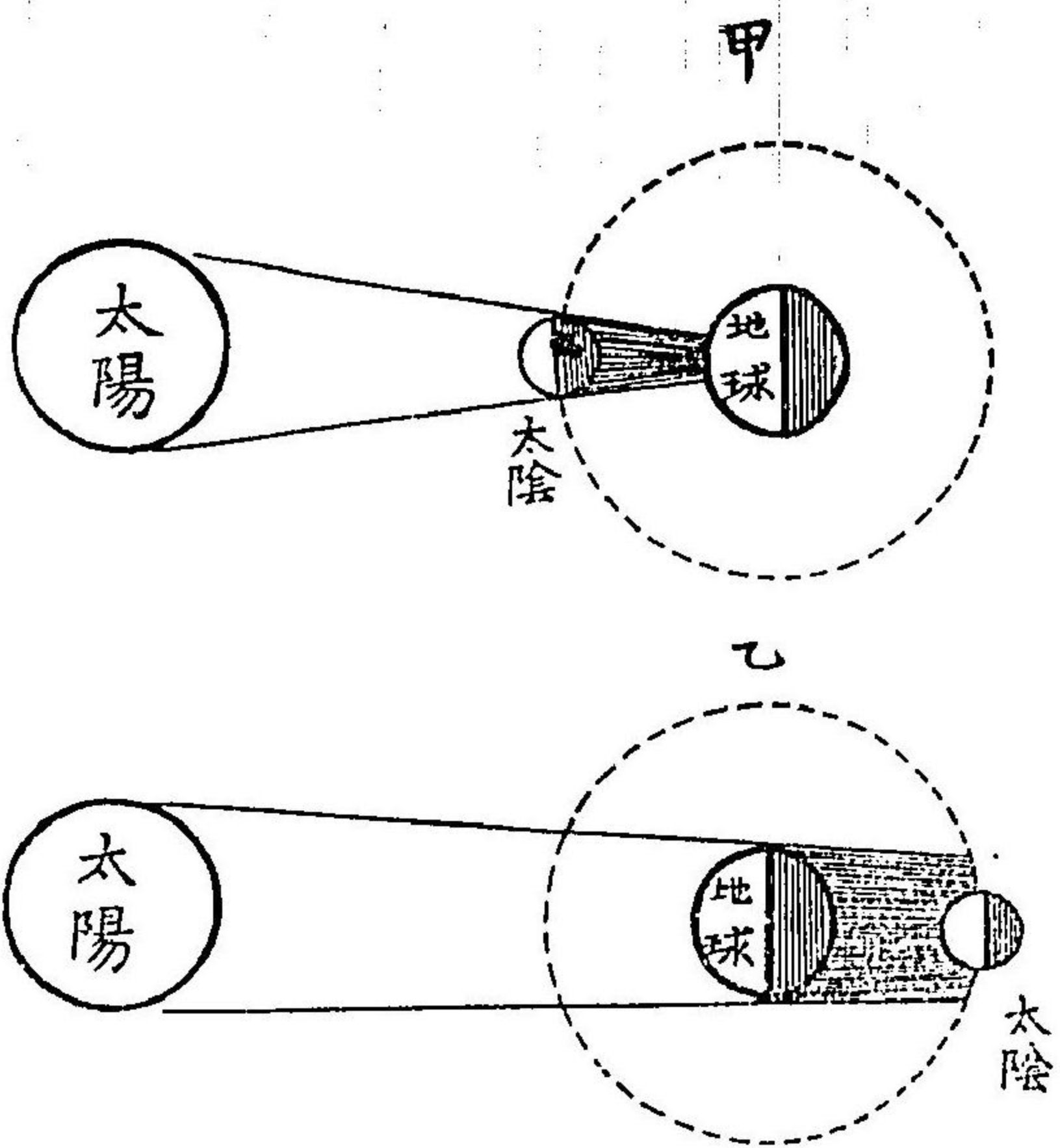
太陽太陰地球之關係，如第四十九圖所示，地球繞太陽一周，三百六十五日有餘，即一年也，四季之變化，由是而生，太陰繞地球一周，二十九日有餘，盈虧即由是生，其回轉也，如第五十圖甲，太陰至太陽與地球之間，即遮蔽太陽所射來之光，而日蝕生焉，故

理生月蝕之

太陽所射來之光，而月蝕生焉，故月蝕之時，必滿月也，若太陽地



第四十九圖 太陽(日)地球太陰(月)之關係



第五十圖 (甲)日蝕 (乙)月蝕

日蝕之時，必新月也，又如乙圖，地球至太陽與太陰之間，即遮蔽



不常蝕之

球太陰三者在同一平面則朔時日蝕望時月蝕然此三者不同平面地球之軌道與太陰之軌道為五度餘之角度故地球太陰太陽三者必皆至一直線上始有蝕此所以不常蝕也而自地球之本陰影處望見之為全蝕自半陰影之地望之則為部分蝕

### 第四節 光之反射

得見暗體之理

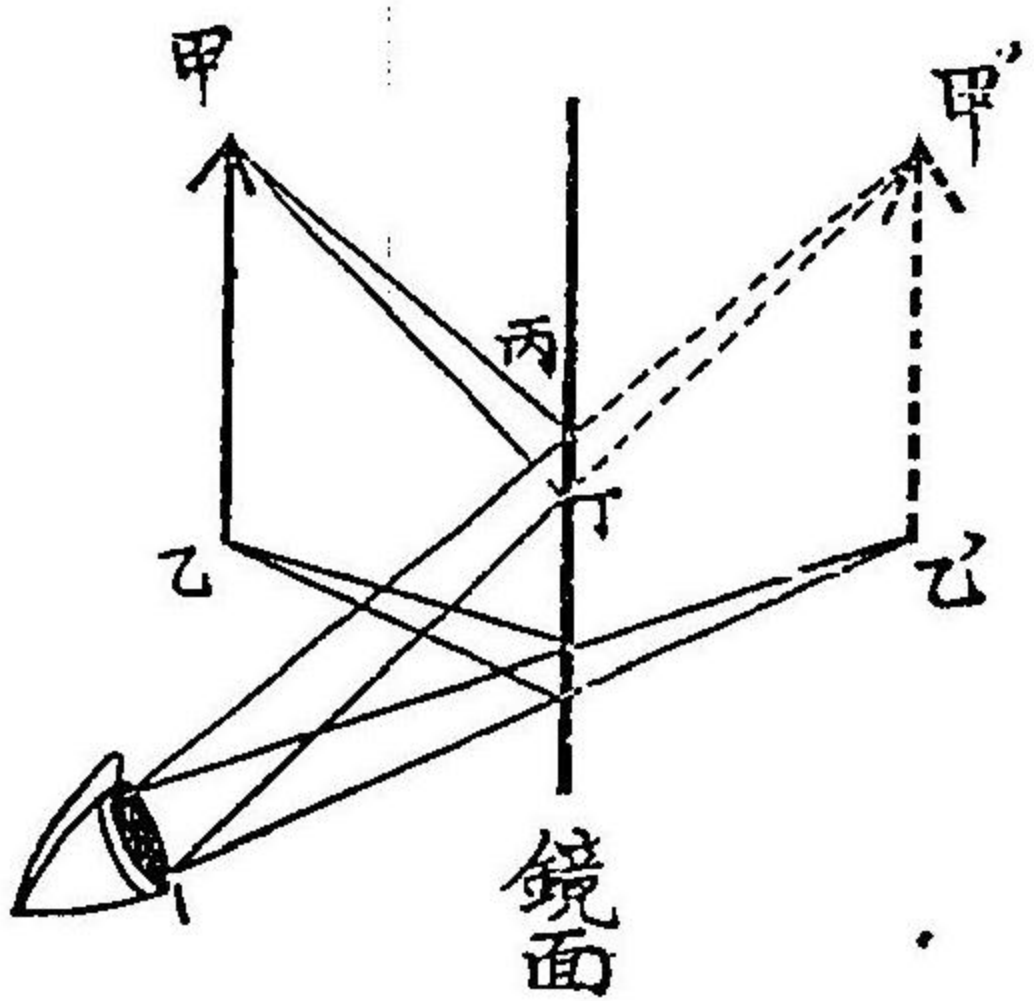
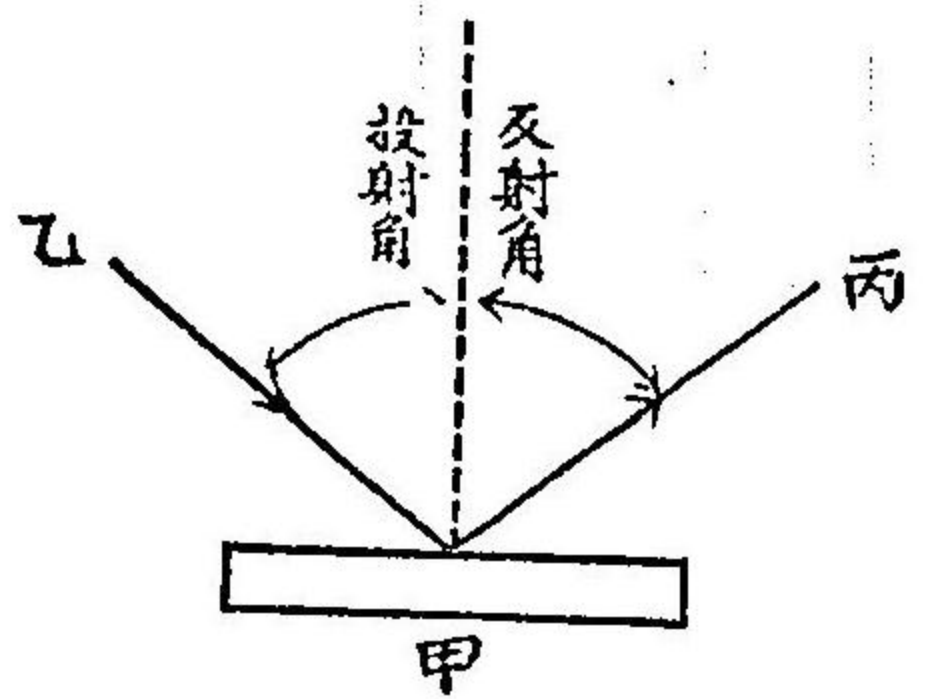
平面鏡之反射

反射之定律

人之所以能見暗體者因其受發光體之光而反射故也尋常物體之面多粗糙不似鏡面平滑故無論何處受光皆可向各方反射而目遂得於各方向望見之也今試就平面鏡反射之理證之如第五十一圖置平面鏡甲於暗室內由小孔通過太陽之光如乙甲方向送之鏡面則必如甲丙方向反射試於甲上作垂線則投射線與垂線所成角曰投射角反射線與垂線所成角曰反射角此兩角正相等且投射線反射線垂線在同一平面上此反射

生映像之理

第五十一圖 平面鏡反射之理 第五十二圖 生映像之理



(甲乙)物體 (甲'乙')映像

四面發光而由鏡面反射至眼者惟甲丙甲丁間之光而已引長入眼之反射線則於鏡後相交於甲點人目所見常以光線所來方向為物體所在方向今光由鏡面反射入目之時恰如發自甲者故以物體為在甲也甲乙物體映入平面鏡而所感則為甲'乙'

之定律也

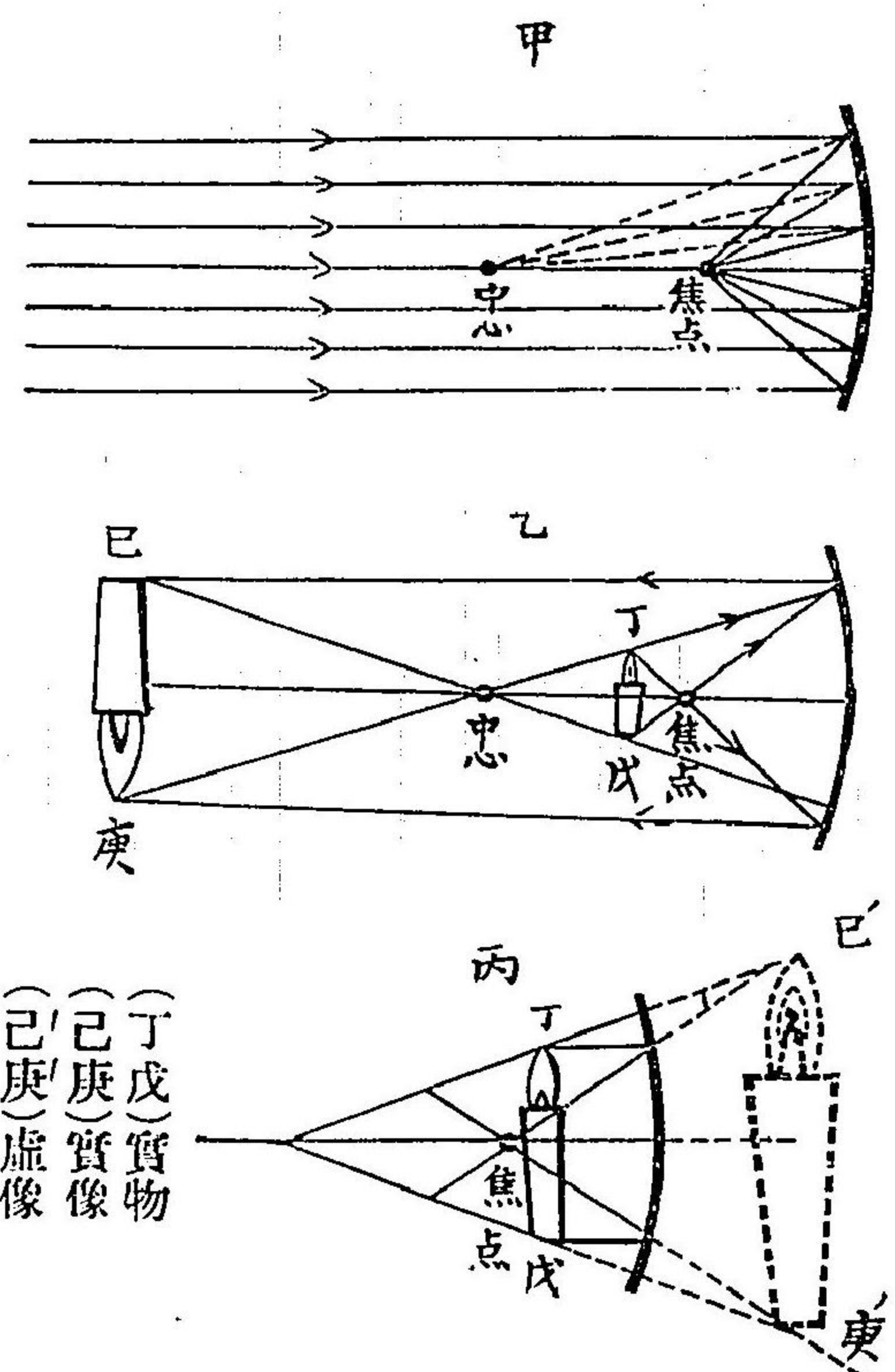
物體之映於平面鏡者亦反射之理也如第五十二圖置甲乙物體於平面鏡之前甲點雖



凹面鏡之反射

甲'乙'映像也,甲'乙'實物也,實物近鏡面,則映像亦近,遠則映像亦遠,實物與鏡面之距離,等於映像與鏡面之距離,實物與映像,如印版與所印之字,左右相反也。

第五十三圖 凹面鏡 (甲)焦點 (乙)實像之圖 (丙)虛像之圖

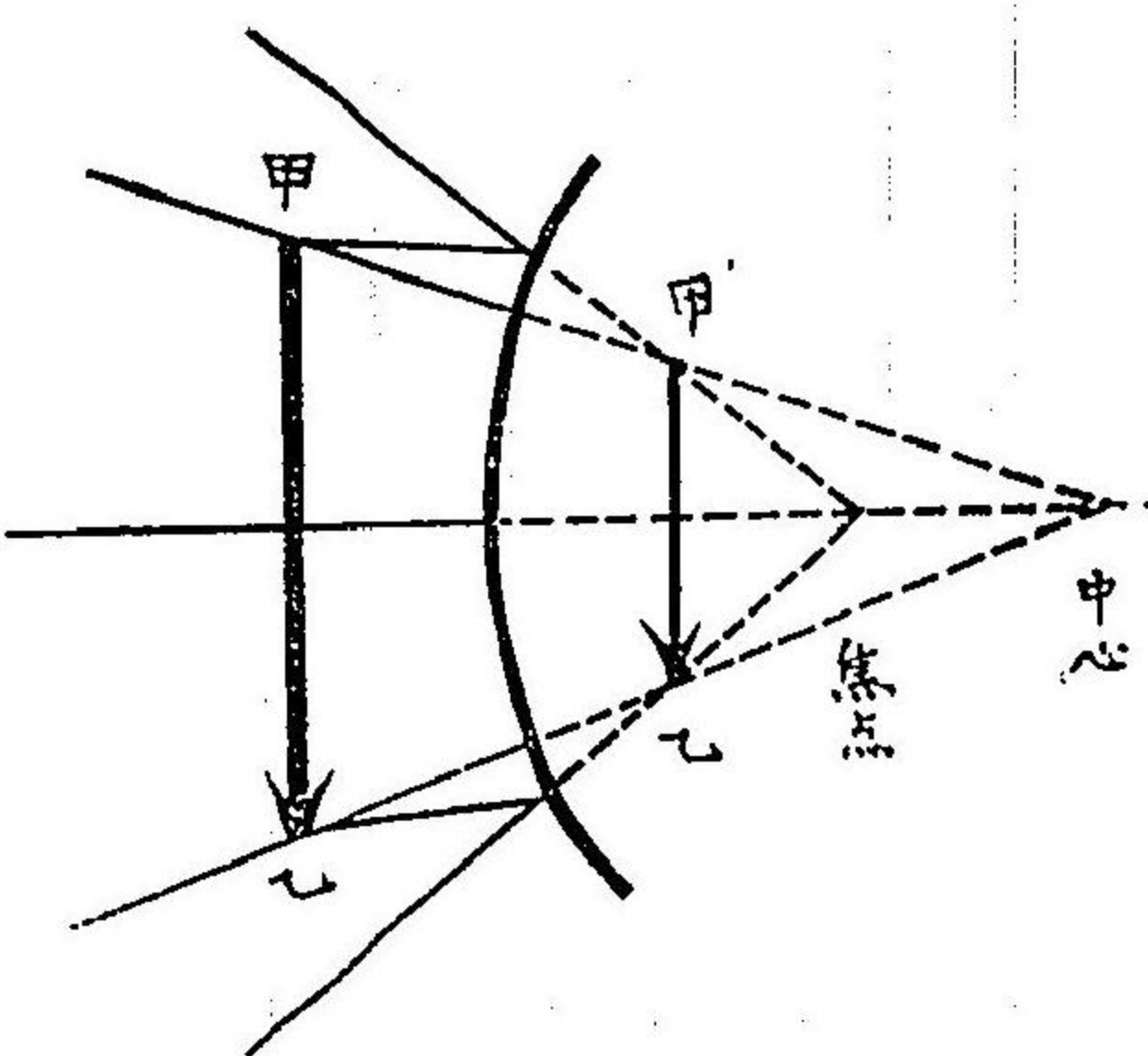


凹面鏡能反射光,用以送強光至遠方者也,球面一部,由內面反射光,亦猶平面鏡(第五十三圖甲),使凹面鏡向太陽,則其光線反射而集合

凸面鏡之反射

一處,生太陽之像,是曰凹面鏡之焦點,若置易燃之物於此焦點,則燃,鏡之中心,在焦點至鏡距離二倍之處,今乙圖,鏡之中心以外各處,置燭火,而察其像所生之處,及其大小,置燭火於焦點外方,則生倒像,燭火愈遠則愈小,且必生於鏡之近傍,丙圖,置燭火

第五十四圖 凸面鏡



(甲)實物 (乙)虛像

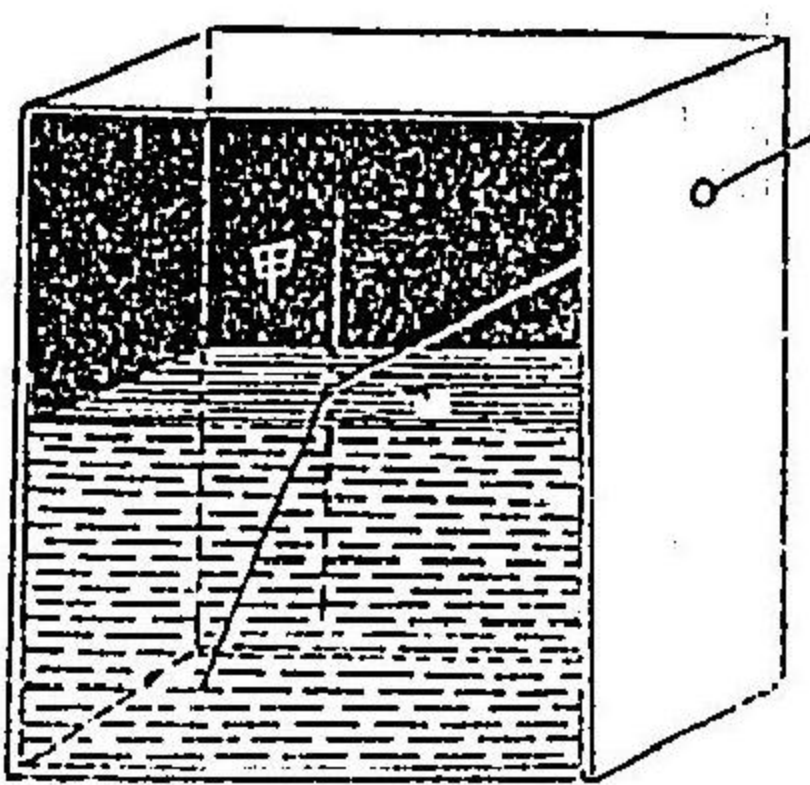
於鏡與燒點之間,則生立像,雖大而非光之真集合也,如平面鏡之映像,然,惟覺光由此發生於鏡後耳,是曰虛像,前者曰實像,凸面鏡(第五十四圖),如凹面鏡,球面一部,由其外面反射光,其像常為虛像,比實物較小,映於黑色瓶上之像常小者,即此理也。



### 第五節 光之屈折

光之屈折

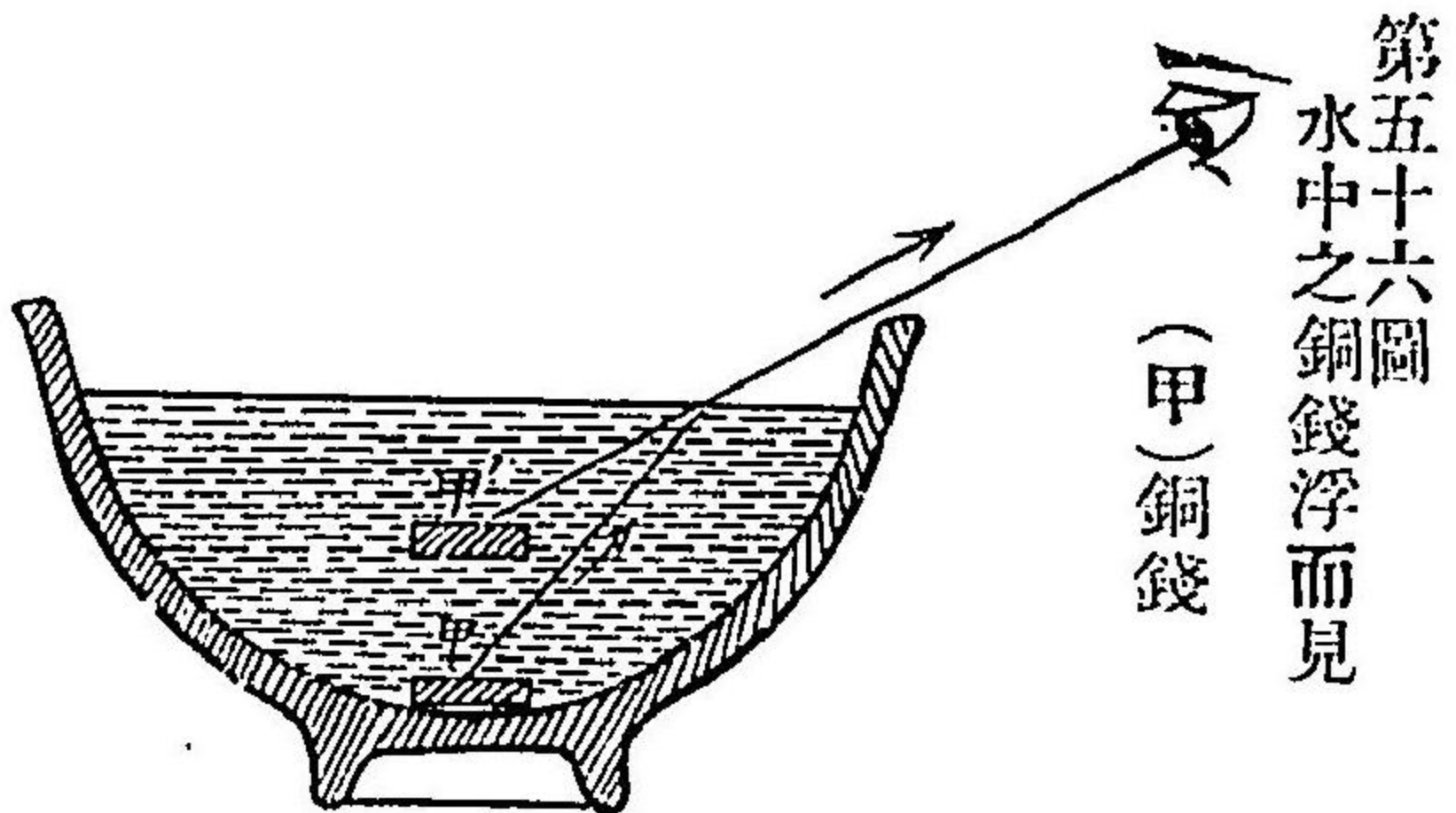
第五十五圖 光之屈折試驗裝置



(甲)空氣 (乙)水面

水中也、此時如充烟草之烟於水面、則光之進路、可以顯見、凡如此類、光由一物質移至他物質時、而變其方向者、謂之光之屈折、

如第五十五圖、匣之一面嵌玻璃板、他內面塗黑色、盛濁白水、高及匣之中間、匣之側面穿小孔、導進日光、光至水面、突然一轉方向、進行水中(即光線透入



屈折之定律

試於水面之投射點(第五十五圖)作垂直線、則投射線與垂直線成角、謂之投射角、又屈折線與垂直線成角、謂之屈折角、而投射線屈折線垂直線在同一平面上、光由空氣等粗物質、入水油玻璃等密物質時、屈折角較投射角小、  
置銅錢於茶碗內、試退至茶碗邊適掩銅錢之處而止、加注以水、必復見、若銅錢與茶碗底稍上浮者、蓋由銅錢所發之光、至水面即屈折入眼故也、臨清流而覺其淺者、亦是理也、

### 第六節 光之分解

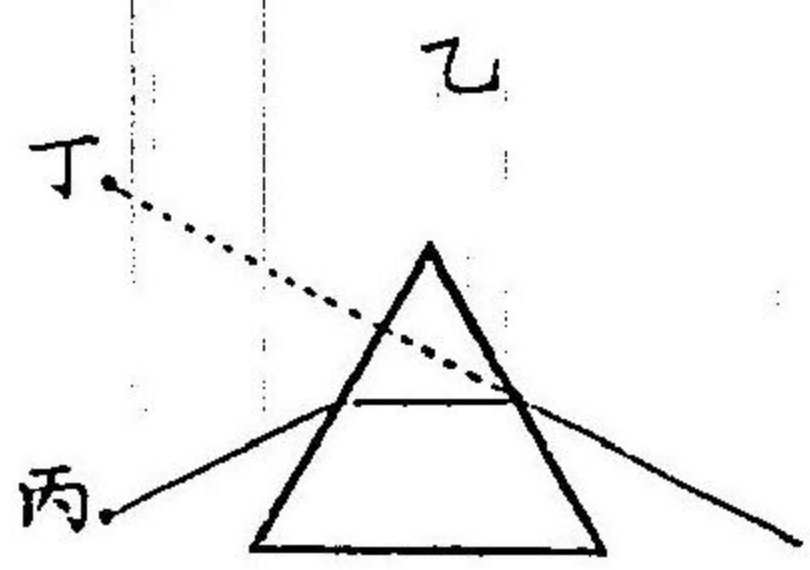
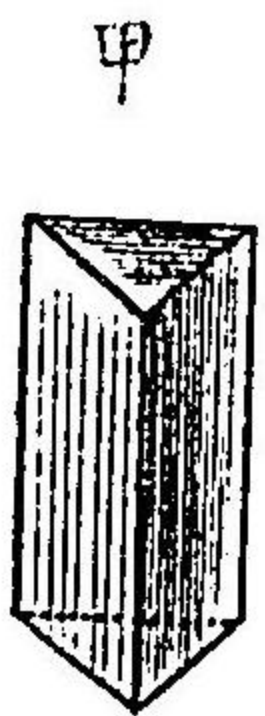
三稜鏡

日光之分解

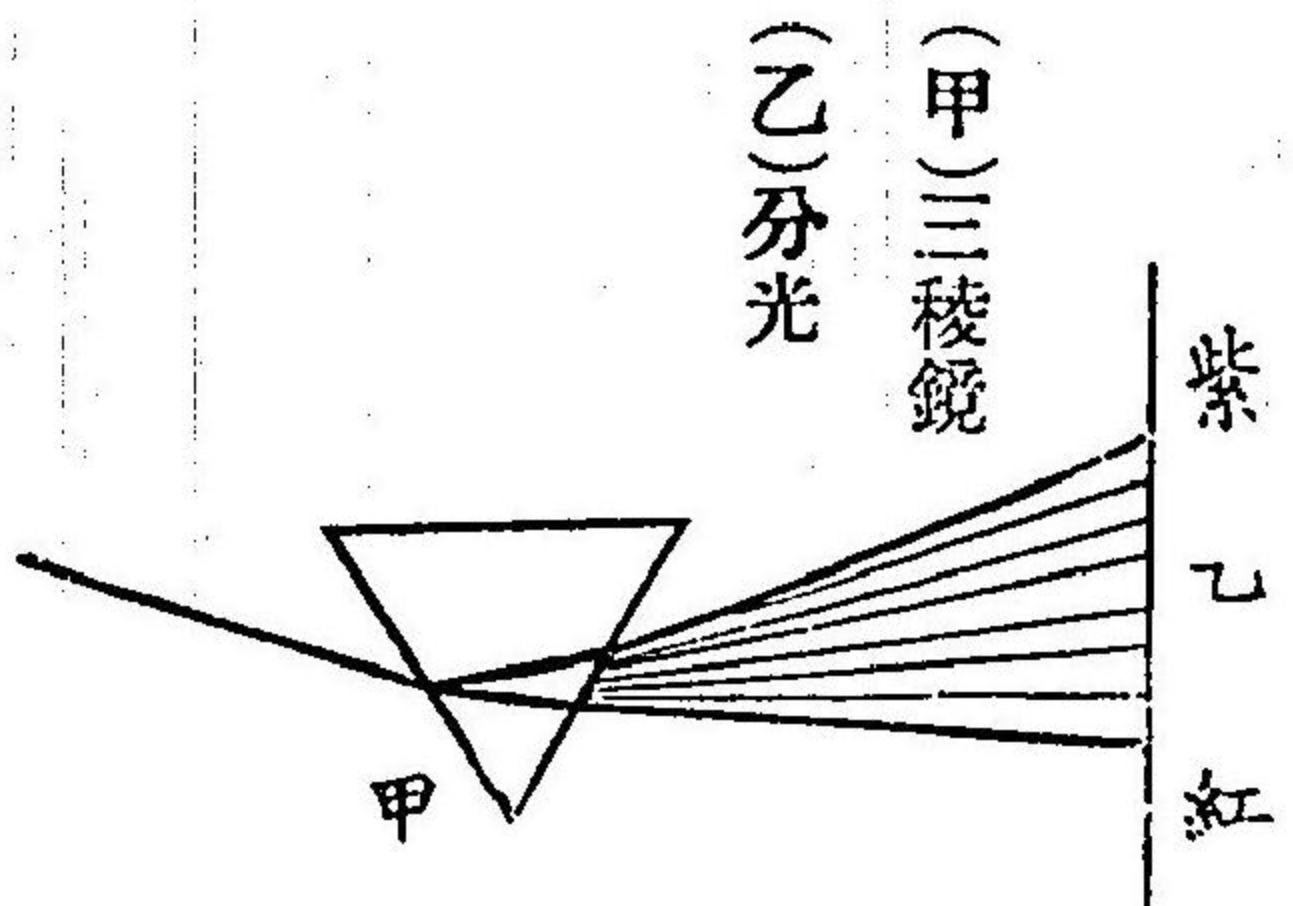
試取三稜鏡即三角玻璃(第五十七圖甲)看物體丙、光必屈折、恰如在丁處、此屈折之理、即如乙圖所示、凡光皆從其屈折之定律也、  
試以三稜鏡一面、使由細孔照入之日光通過之、而映於白壁上、



第五十七圖 (甲)三稜鏡 (乙)由三稜鏡觀物體



第五十八圖 光之分解



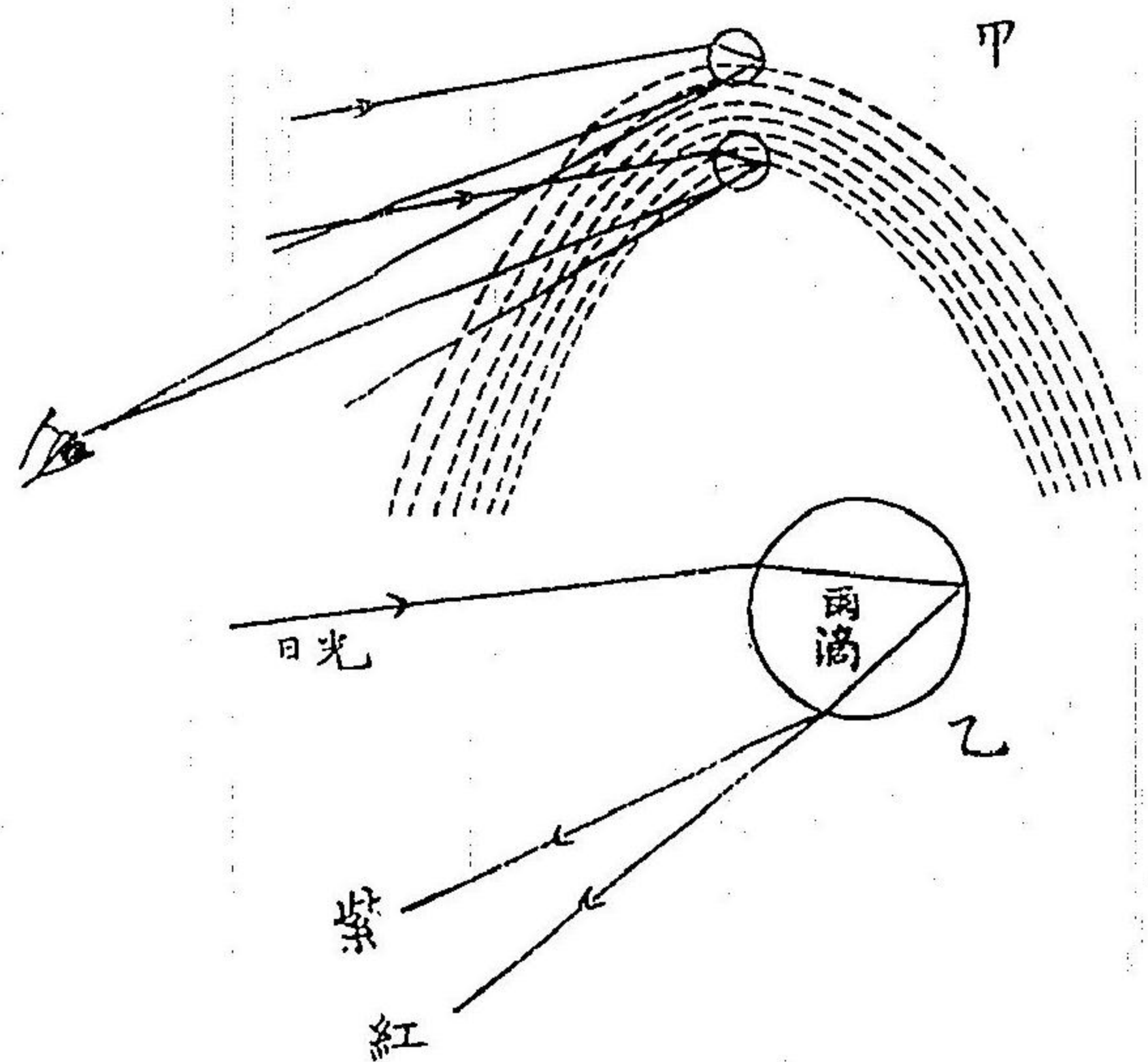
上面塗七色、使急旋轉之時、亦現白色也、

### 第七節 虹霓

必如虹現出紫藍青綠黃橙紅等七色(第五十八圖)日光爲此七色所合成者、不分之時、雖爲白光、若由三稜鏡屈折之時、即現各色之光、蓋各屈折之度異、故分離而現七色也、若並列三稜鏡、則所分之光、必復集合而成白色、或空鐘

### 現虹霓之理

第五十九圖 (甲)虹霓 (乙)日光入雨滴分解



虹霓之懸於天空也、現美麗之七色、形如弓、蓋空氣中雨滴多時、即現、又背太陽吹霧、亦現焉、是日光入雨滴而屈折、反射於其內面、當再出空氣復屈折、此時即由光之分解而現虹霓、紫色屈折最多、故在最下位、紅色屈折最少、故在最上位、凡由雨滴所分解之光、多集而爲虹霓、其爲弓形者、連結太陽與人目之線、及由



物體之色

雨滴分解至於人目之線，必要為一定之角度故也。虹霓既係由雨滴內面反射之光所集合者，故生於太陽之對面，即朝現於西，夕生於東也。其大小因太陽與地面之距離而異，太陽愈低，虹愈大，是虹之中心，因在連結人目與太陽之線上也。若太陽低，則虹之中心昇，而現於地平線上之部分必大。

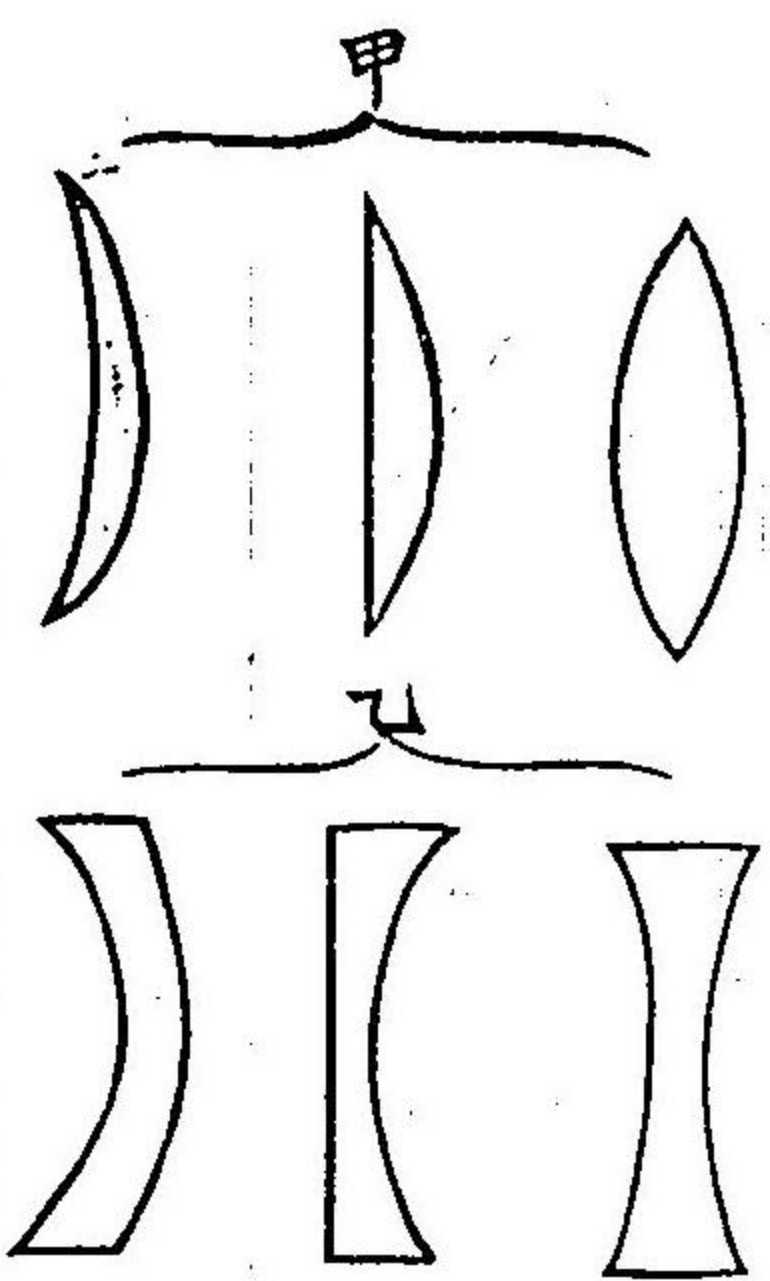
物體受日光之時，光之一部，於其表面反射，他部分即入體中，而入體中之光，一部直被吸收，一部即反射，物體上有青紅黃等色者，蓋由此反射也。木葉之綠色，花之紅色，反射日光七色中之綠色，而吸收他色，或反射紅色，而吸收他色故也。漆器陶器之有光澤者，因其表面之反射光也。現黑色者，係盡吸收日光全部，現白色者，因日光之全部均七色而反射故也。

第八節 顯微鏡

凸靈視  
凹靈視

第六十圖

(甲)凸靈視  
(乙)凹靈視



凸靈視

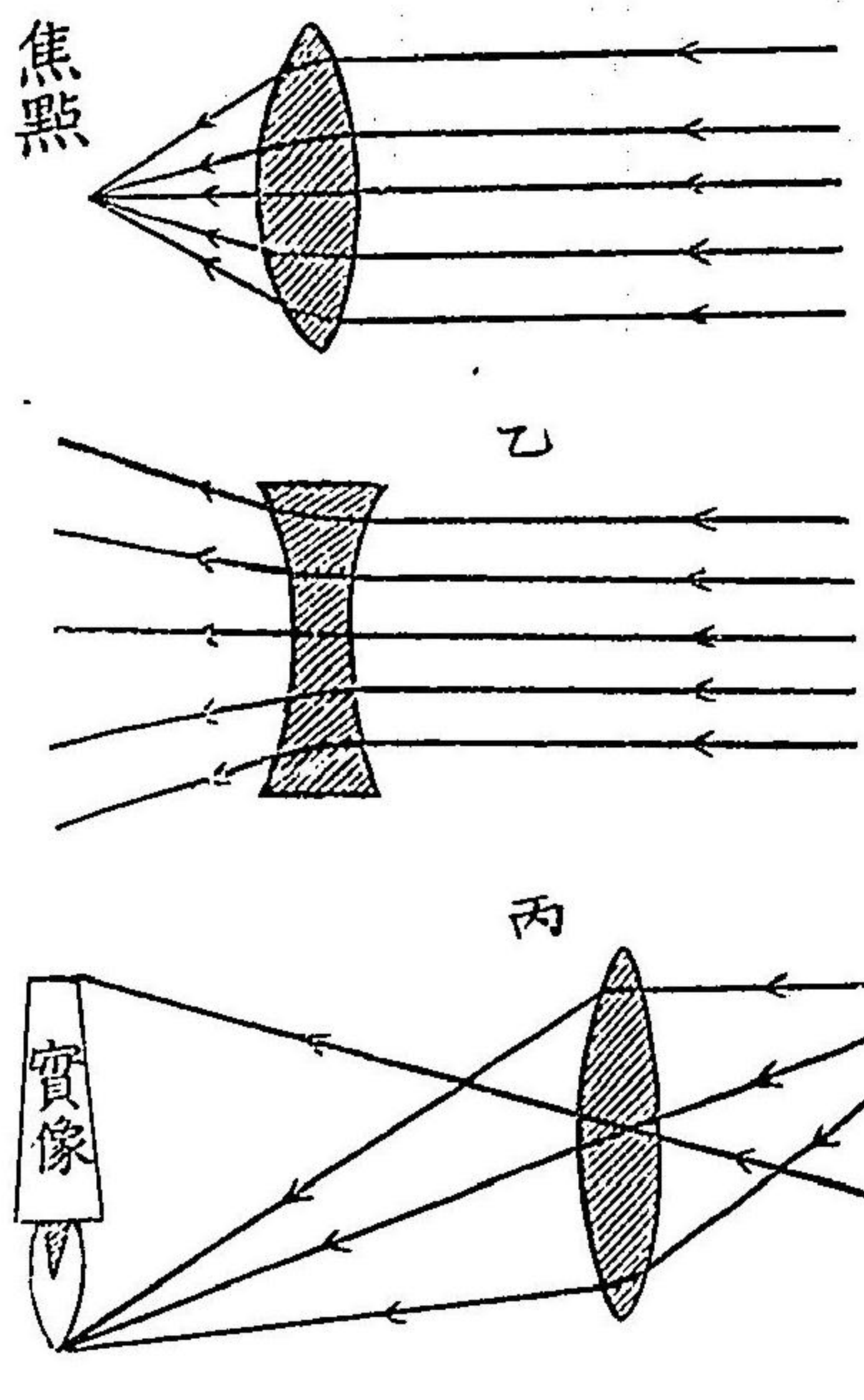
凹靈視

今試以凸靈視受日光，則光屈折集於一點，是曰焦點(第六十一圖甲)。置易燃燒之物於焦點上，則着火。凹靈視能分散光(乙)，次置凸靈視於燭火

靈視能屈折光線，若老人所用眼鏡，中央較兩端厚者，曰凸靈視，若近視眼所用眼鏡，中央較兩端薄者，曰凹靈視(第六十圖)。

第六十一圖

(甲)凸靈視之焦點  
(乙)凹靈視分散光  
(丙)凸靈視生實像



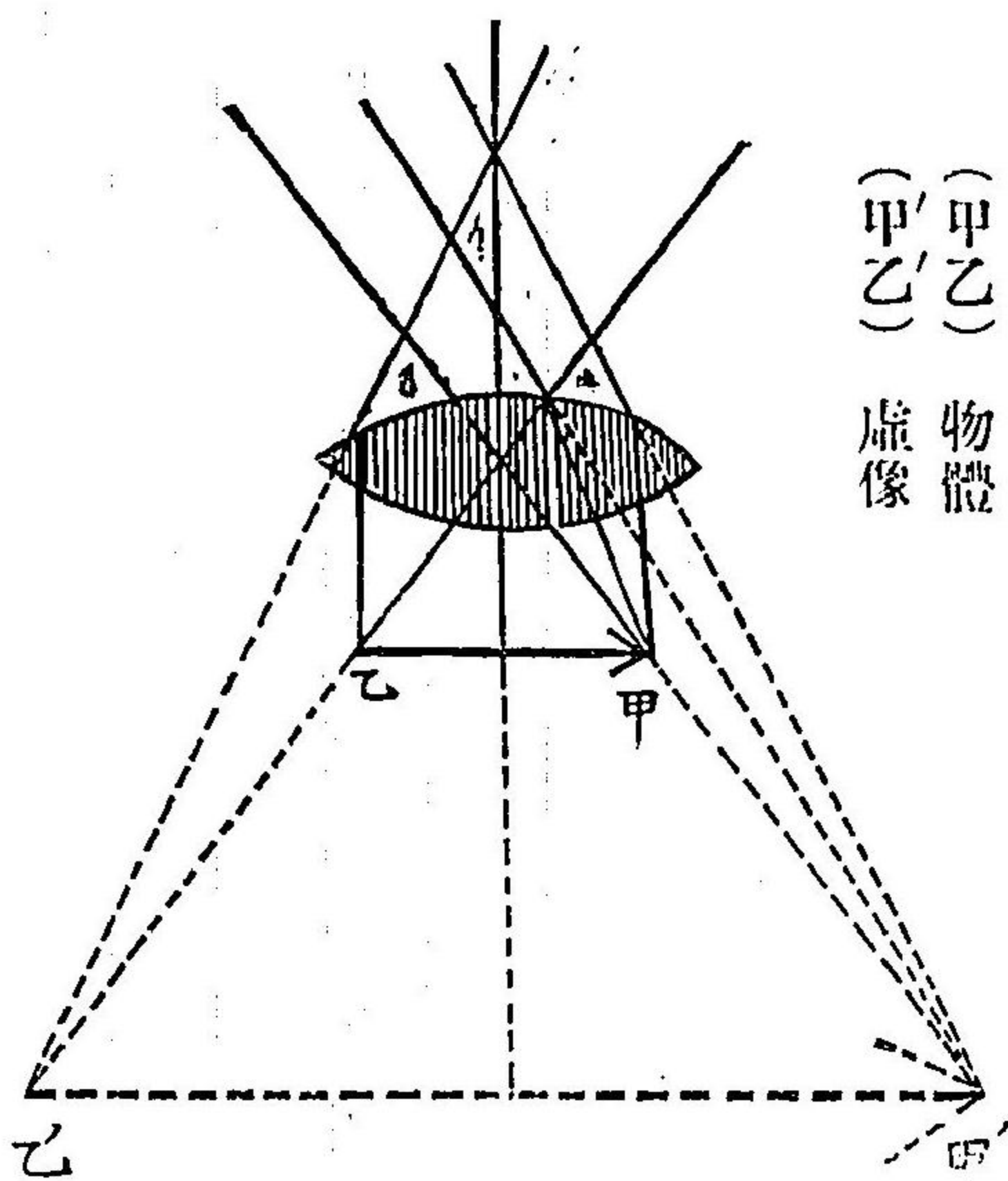


單顯微鏡  
複顯微鏡

紙片之間，使移近燭火，或遠之，觀紙上所現之像，為倒影，而知其為實像也(丙)，次置物體於凸靈視焦點以內觀之，如第六十二圖所示，必見物體放大而現虛像，如此用凸靈視時，曰單顯微鏡、

第六十二圖 單顯微鏡

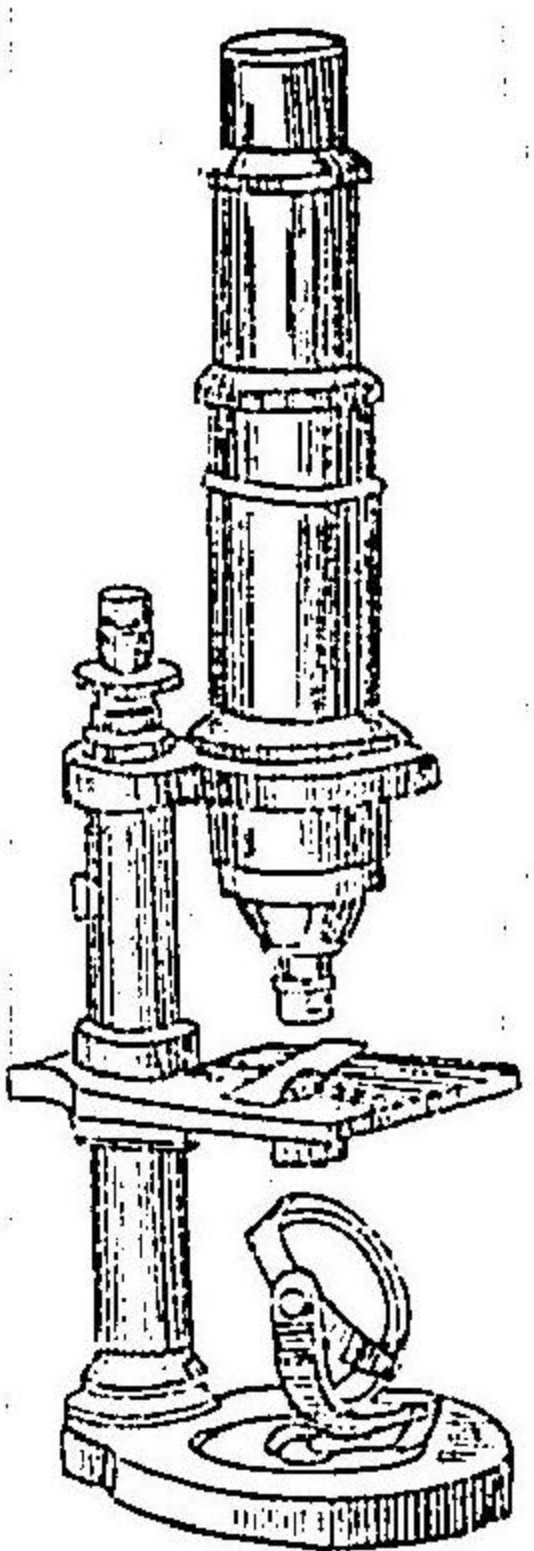
(甲乙) 物體  
(甲'乙') 虛像



複顯微鏡，藉以研究至微物體，今日之發見諸種微菌，詳其性狀，以防遏傳染病者，皆此器之功效也，其構造係由兩副靈視所成，附於眼下之一副，曰對眼靈視，對物體之一副，曰對物靈視，對物靈視對眼靈視各一副，尋常係數個靈視所成，而物體擴大之

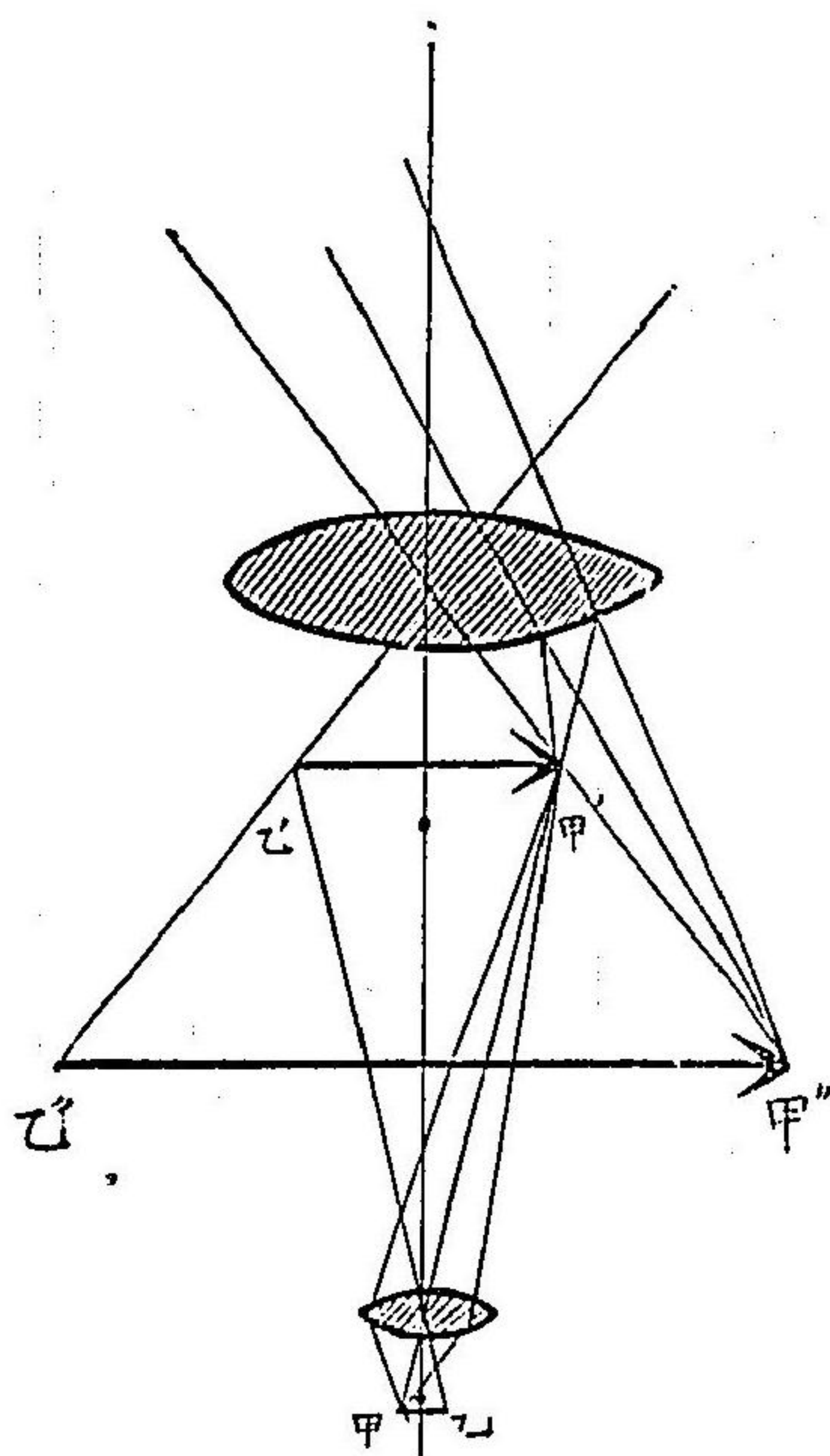
顯微鏡之  
功效

第六十三圖 複顯微鏡



顯微鏡之  
倍數

望遠鏡



理，與只用一個所成者無異，其光之進路，如第六十二圖，見甲'乙'之虛像，與實物倒反，顯微鏡之倍數，係以物體之長除像長之商數也，望遠鏡(千里鏡)係望遠方物體，及研究天體必要之器械也，軍事及天文學上所必需，其構造同顯微鏡。

第九章 光  
第九節 眼球

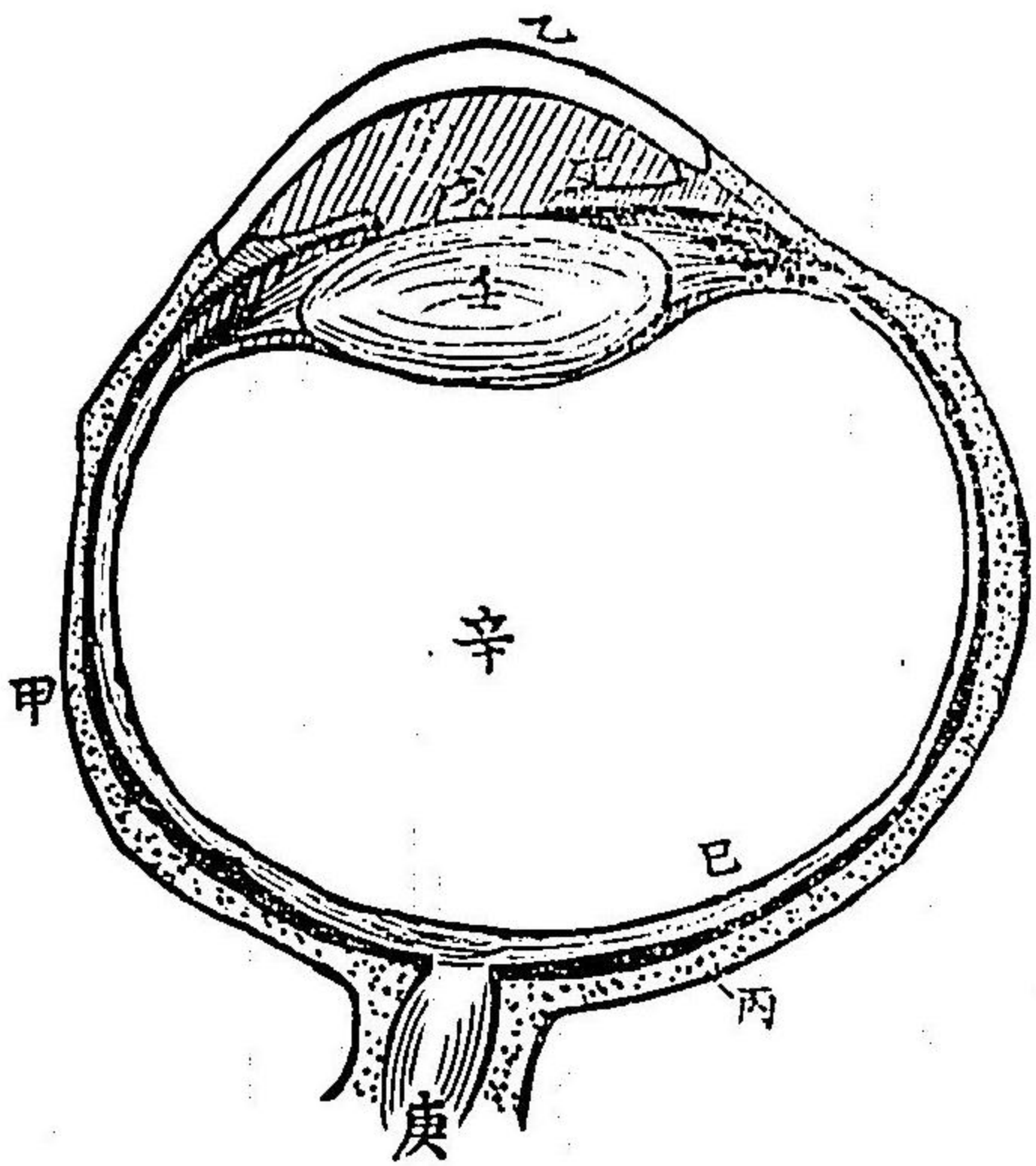


剖眼球之解

眼球如第六十四圖，係為硬膜之所包圍，此膜色白且硬，當其前者，如時錶之玻璃蓋，最透明，是曰角膜，其次有名脈絡膜者，富于

第六十四圖 眼球

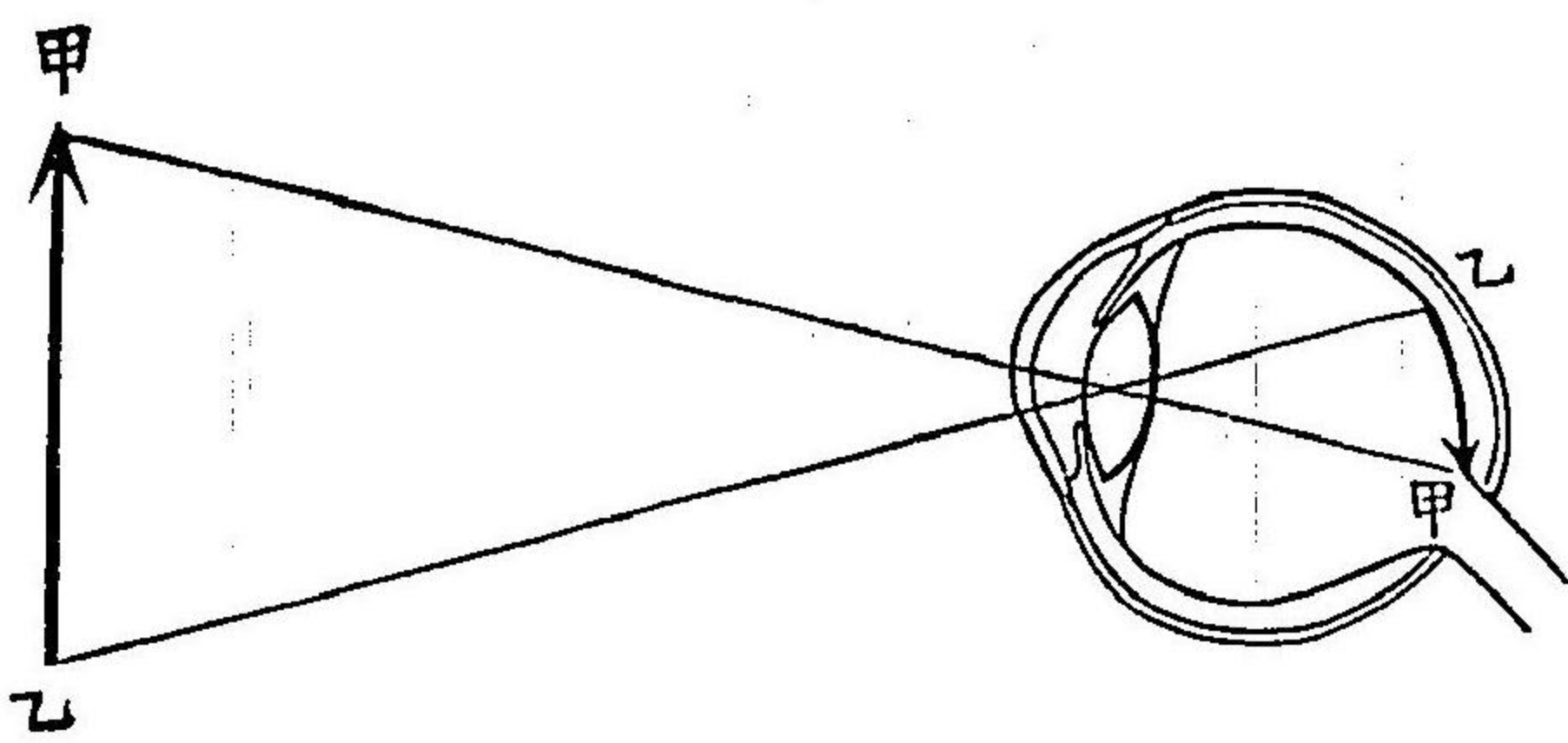
- (甲) 硬膜
- (乙) 角膜
- (丙) 脈絡膜
- (丁) 虹彩膜
- (戊) 瞳孔
- (己) 網膜
- (庚) 視神經
- (辛) 硝子樣液
- (壬) 水晶體



血管，以司眼球之營養，而其前面有膜，名虹彩膜，伸縮極易，其中央留小孔，是曰瞳孔，虹彩膜隨光線之強弱而伸縮，瞳孔之大小，亦因之以增減，即日光強，則瞳孔因虹彩膜之收縮小，以減殺光力，猶之瞳，日中僅留小裂孔，至夜擴大者，即是理也，其次有網膜，富于神經，而一端連着視神經上，其內部有濃厚液

得見物體之理

第六十五圖 物體映眼球



遠視眼近視眼

離眼三分以內，即生像不明，最明瞭者，在約八寸之距離，名之曰

體，曰硝子樣液，其前更有凸靈視，是曰水晶體，水晶體與硝子樣液，皆有靈視之作用，屈折由外部所來之光，映倒像於網膜上，網膜富于神經，故傳此光之刺激于腦，致生視覺，因有兩眼，乃知距離之遠近，物體之為立體也。

欲見物，必要其像生於網膜上，物體離眼近，像即生於網膜後面，故水晶體增其凸度，使其像來網膜上，物體在遠方時，則反之，其作用係使像生於網膜上，眼應物體之遠近，其調節雖如此，而此調節有定限，常人於物體



明視距離、明視距離之小者曰近視眼、大者曰遠視眼、

### 第十節 眼鏡

眼鏡之種類  
眼鏡之效用

眼鏡有近視鏡、遠視鏡二種、近視鏡係凹靈視所作、近視眼用之、使在尋常之明視距離內、視物如常人、遠視鏡係以凸靈視所作、遠視眼用之、亦使在尋常之明視距離內、視物如常人也、近視眼青年者多、遠視眼老人中多、近視眼多由水晶體之凸度過大而發生、遠視眼多由水晶體之凸度減少所生也、

### 第十一節 照相

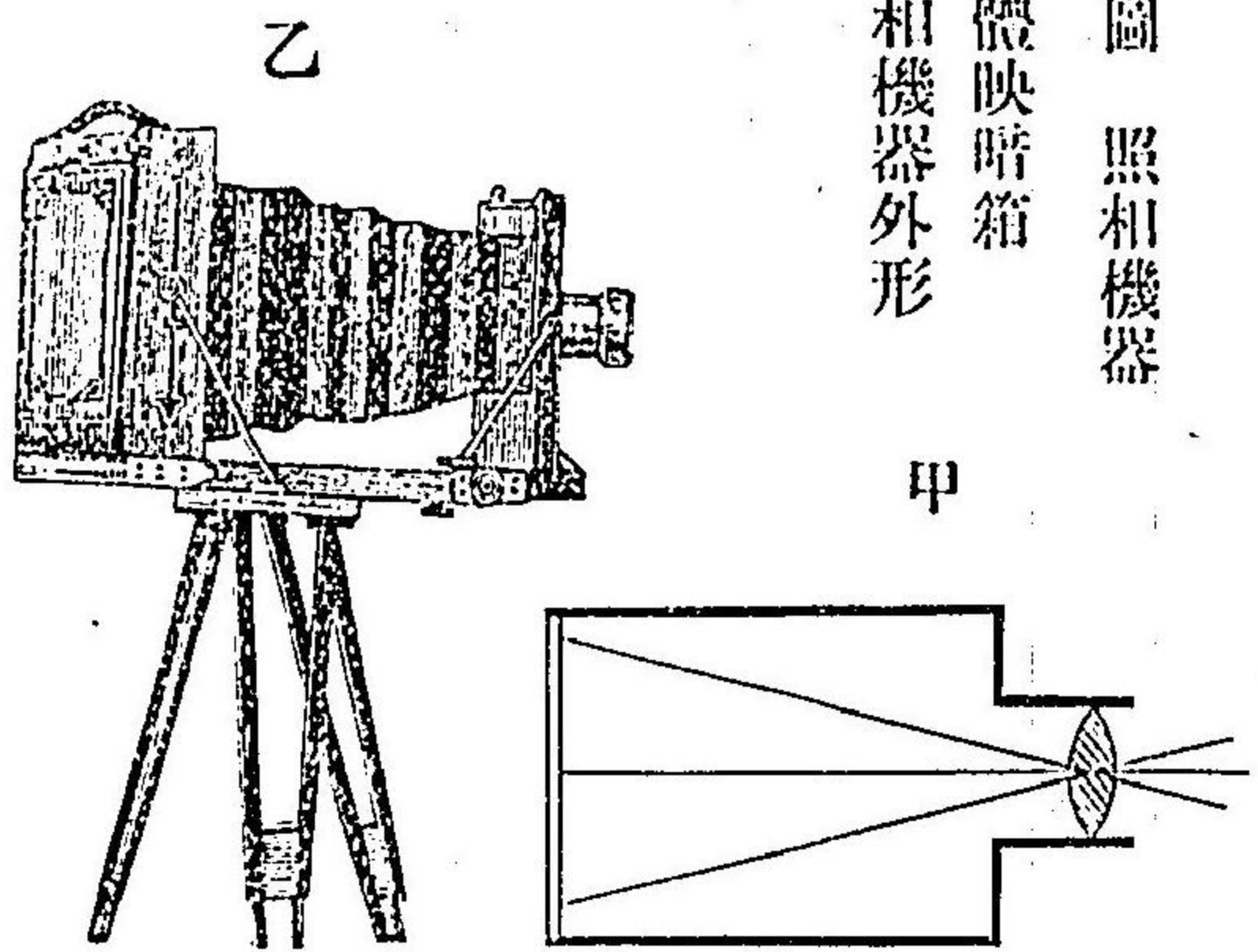
照相機器  
照相法

箱之內面塗黑色、其前有摺革、可以伸縮、且前端穿孔、置凸靈視於其中者、曰暗箱、照相機器之要部也、外面物體、由靈視屈折、而映倒像於暗箱後端之玻璃板上、欲使其像鮮明、伸縮其箱、及像明瞭、乃固定之、以蓋覆靈視、然後取塗藥之感光性乾板、與玻璃

製像片之法

第六十六圖 照相機器

(甲)物體映暗箱  
(乙)照相機器外形



數像片、即使塗布藥品之紙、當原板上、而曝於日光、後施鍍金法、更浸於定影液、以水加意洗之、即得平常之像片、

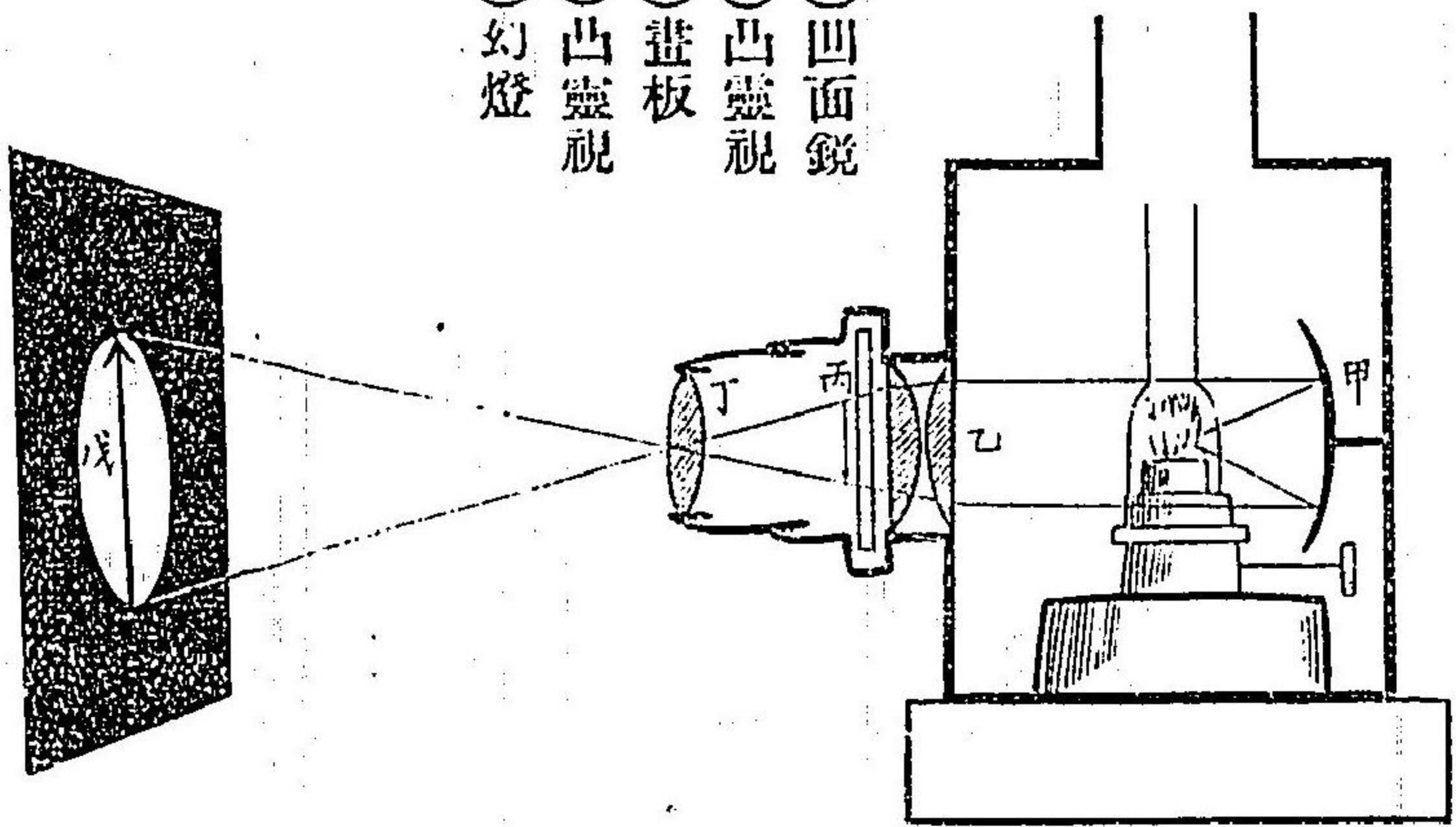
### 第十二節 幻燈



幻燈機器

器機燈幻 圖七十六第

- (甲)凹面鏡
- (乙)凸靈視
- (丙)畫板
- (丁)凸靈視
- (戊)幻燈



使強光之燈光由凹面鏡反射更以凸靈視集之照已畫之玻璃板則由是所發之光通過其前之凸靈視而屈折焉生倒像於外面故可以白紙映之即幻燈也(第六十七圖)

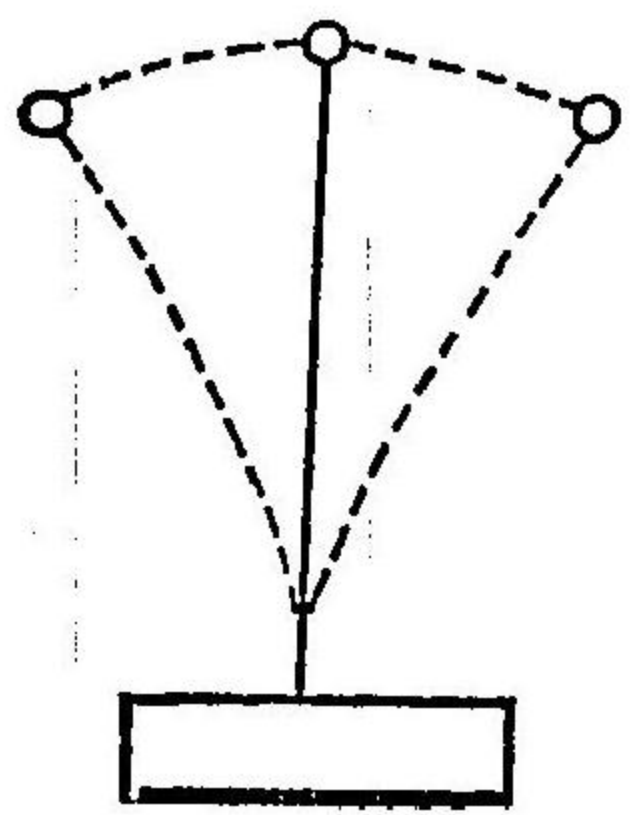
第六章 音

第一節 音之原因

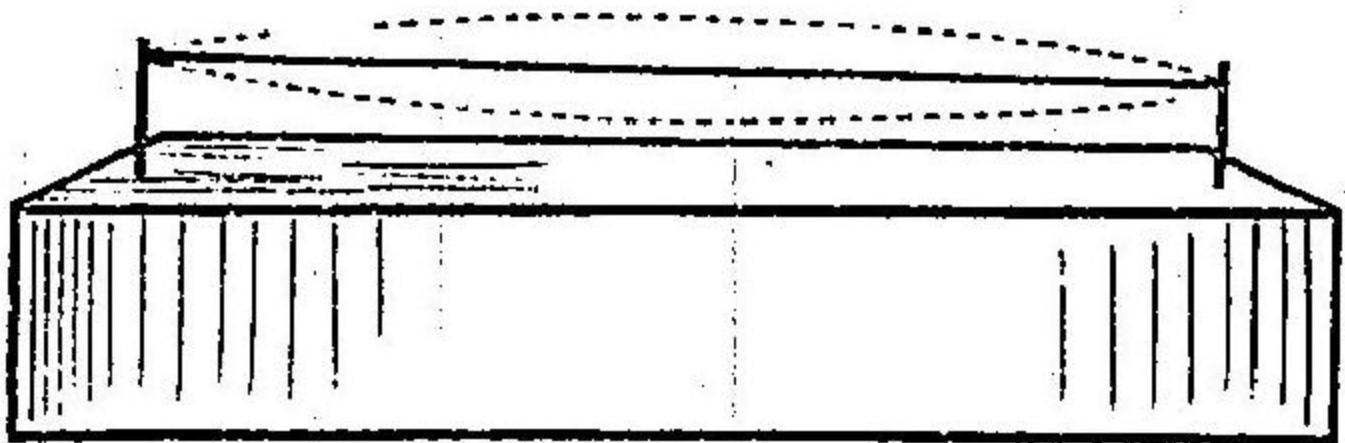
振動

取鋼鐵線定其一端於他物上引他端而放之則線必左右反覆

第六十八圖 振動



第六十九圖 銅絲之振動



運動其固定之一端不動(第六十八圖)諸如此類凡全體之位置不變惟反覆運動者曰振動試用力拉開銅線猛放之則其振動急速眼不能見而有聲可聽止之則音頓止如第六十九圖緊張細銅絲以胡



發音之理

弓摩擦之、則發音、試於絲上置絲片、觀其動搖、即知其振動也、然則音係由振動速而發也明矣、琴絃鐘鼓笙笛等樂器之發美音、鳥蟲之弄好聲、皆急速之振動使然耳、

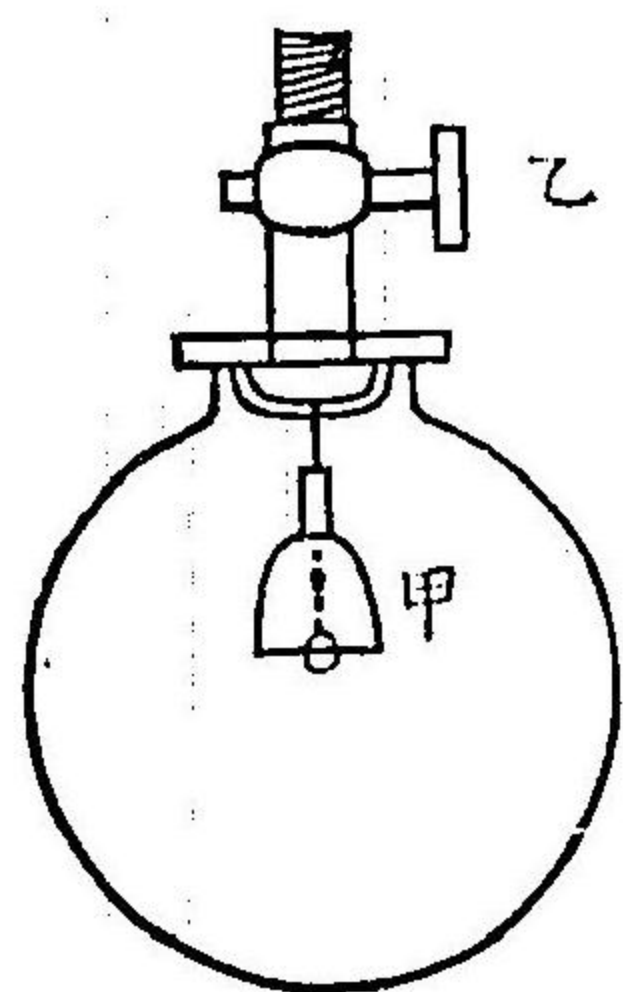
### 第二節 音之傳達

空氣之傳音

如第七十圖、吊鈴於玻璃球內、以抽氣筒抽出其內空氣、則鈴雖搖而不發音、如拔其栓放入空氣、則聞其音如故、由是觀之、吾人

第七十圖 音之傳達試驗

(甲)鈴 (乙)栓



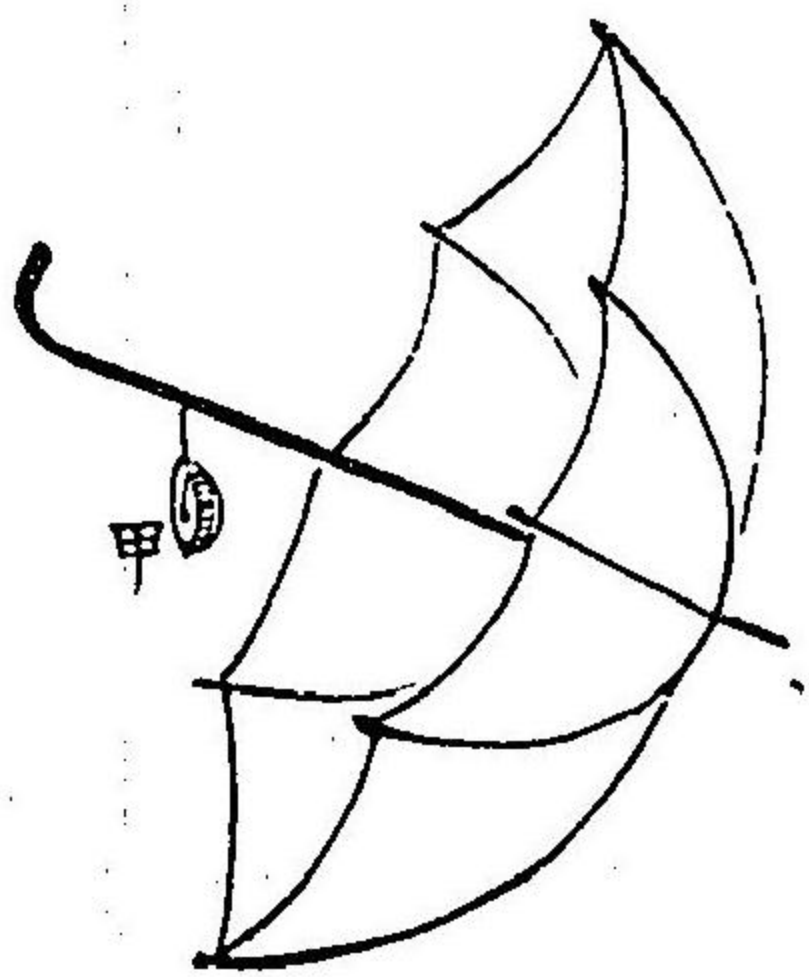
日常得聞音者、皆由空氣之傳達也明矣、即物體之振動、傳於空氣、而達於耳也、空氣傳音、必費若干時、其速率一秒鐘凡一千一百尺、發砲時、音雖與光同出、而光之速率非常迅速、一秒鐘凡四十五萬八千餘清里、故立時可見、音非經時不至、如見電光、五秒後聞雷、則知

音之速度

固體液體之傳音

第七十一圖 音之反射試驗

(甲)時錶



發雷之處、離此約五千五百尺、傳音不獨空氣、石鐵等固體、水、酒等液體亦傳音、其速率較在空氣中時更速、獸之以耳附地面、察獵者之足音、亦自然之活用也、

### 第三節 音之反射

音之反射

音亦如光、其進行途中、遇有障壁、即反射、試開洋傘斜置之、掛時錶於其中心、退至僅聞其音之處、復取一洋傘開之、使與前傘相對、置耳於其中心、則聞音甚清、(第七十一圖)是即由音之反射也、





音反射之例

在室內講話，其音雖小，然由屋頂壁戶等反射，故較之在戶外者，自明瞭易聽也。又在山谷發音，忽如有人倣我音者，是即音至山谷反射，再達於耳也。  
獸類歛耳聽音，老人以手帖耳後而聽者，皆活用音反射之理也。兔性怯懦，雖疾走猶恐為猛獸所害，其耳長大，可豫聞敵獸之近前而為之防也。

音反射之活用

### 第四節 音之性質

音之強弱

音由振動之狀態而異，故有三種性質，即音之強弱、高低、音色是也。  
(一) 音之強弱，即俗曰大小之義。音強者可達遠方，音弱者不能也。牛之吼聲強，蚊之羽聲弱，即其例。又男聲比女聲強，是蓋因發音之物體，其振動之幅有廣狹故也。其振動之數雖同，而其振動之

音之高低

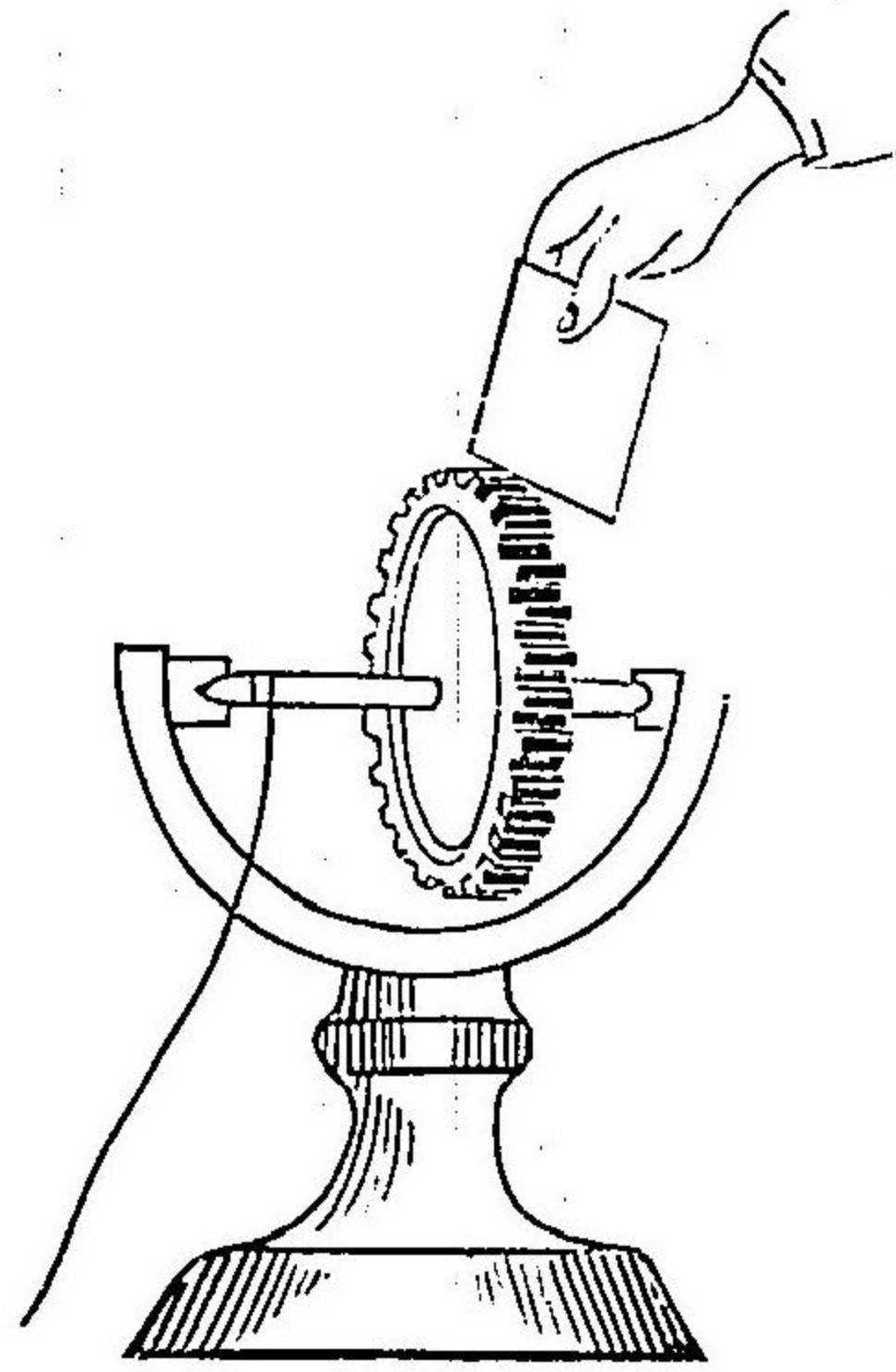
幅大者強，小者弱。試張絲線使之振動，其幅大時，較小者必強，又音之擴散周圍，如投石池中波紋四散，去發音體漸遠，則其強度漸減。

(二) 音之高低，音調之義也。如第七十二圖，回轉沙拔路氏之齒輪，以厚紙觸其齒，每觸一齒，必振動，如急轉之，即發高音，緩轉之，即發低音，由是可知音之高低，關乎振動數之多少，即同時所振動之數多，則發高音，少則發低

第七十二圖 沙拔路氏之齒輪

音色

音，若相等，則音調亦相等。女子及兒童之聲音高，男子之聲音低，又笛之聲高，鼓之音低。  
(三) 音色，即伴隨發音體之特





別性質也、故笛琴之音、雖高低強弱皆同、尙覺有二者之別、又高低強弱雖同、而各人之聲音、各有不同、故聽其音即知其人、是即音色之異也、凡發音體、於本有振動之外、更有二倍或三倍之振動、與本有者互相混、由其混和之異、遂生音色也、

### 第五節 發聲機關

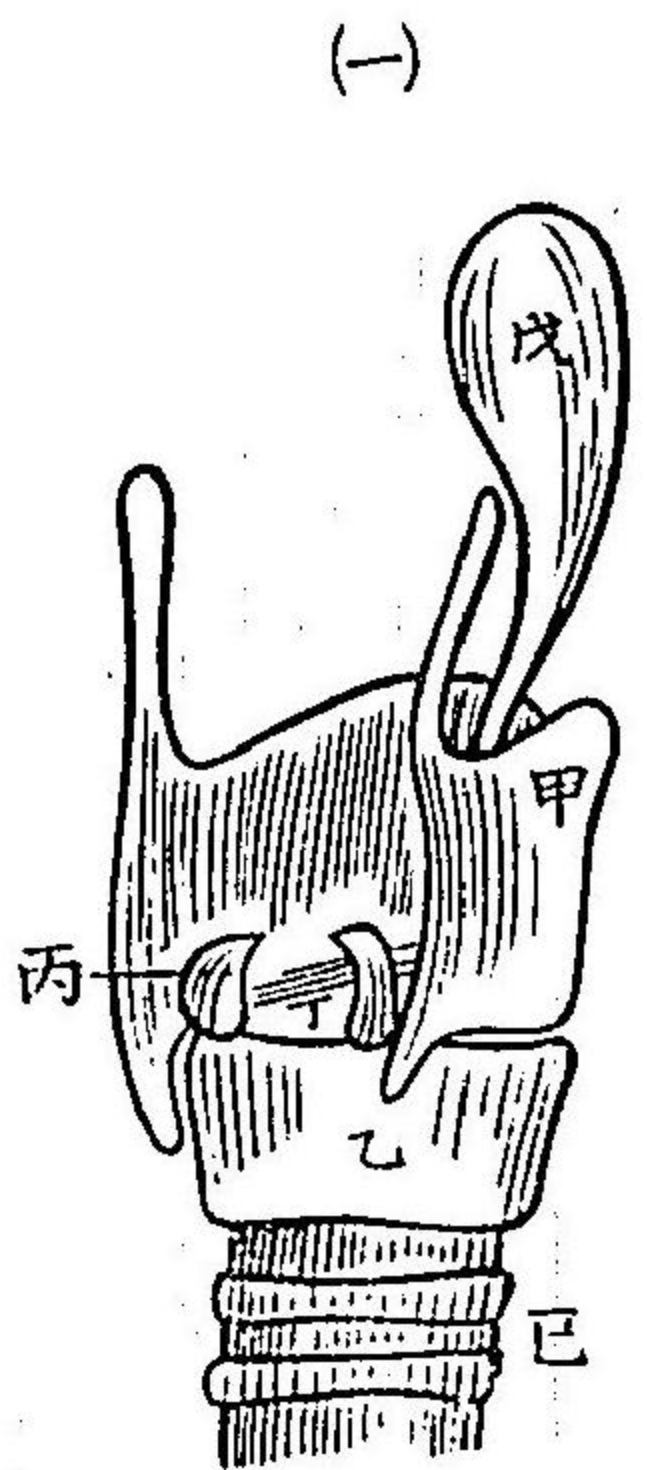
發聲機關之解釋

聲帶之長短

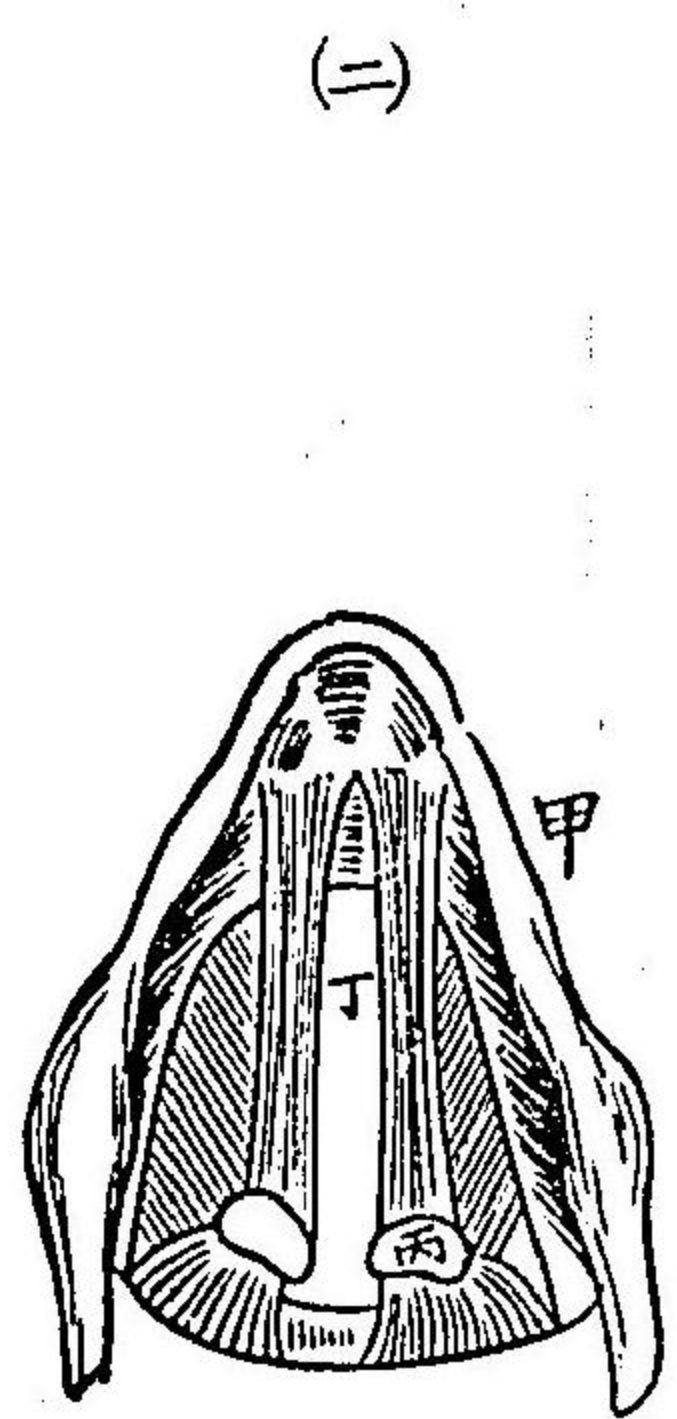
發聲機關、由喉部上之喉頭司之、喉頭即氣管之上部、口腔之末端也、第七十三圖、甲狀及環狀二軟骨合成圍狀、甲狀軟骨位於其前、其上端有名會厭軟骨之舌狀物、嚥下食物之時、即隨筋肉之作用覆其上端、以妨食物入氣管、環狀軟骨之後部上緣、列盃狀軟骨之小軟骨一對、與甲狀軟骨相對、其間張一對彈力性帶、是曰聲帶、依其周圍筋肉作用、左右聲帶或遠或近、聲帶相遠、其間隙廣、空氣即自由通行、不振動故不發聲、聲帶相近、其間隙小、

第七十三圖

(一) 喉頭之全部  
(二) 喉頭之內部



甲 甲狀軟骨  
乙 環狀軟骨  
丙 盃狀軟骨  
丁 聲帶  
戊 會厭軟骨  
己 氣管



能發各種音者、因口腔之形狀、舌唇齒等之關係也、

### 第六節 聽聲機關

僅存裂孔之時、即由空氣之通行、聲帶、振動而發聲、男女之音調有高、低者、聲帶之長短異也、即女子之聲帶、較男子之聲帶短、同一時間之振動數多也、各人得變其音調者、因可變甲狀軟骨及盃狀軟骨之距離、而弛張聲帶故也、又



耳之構造

耳為聽聲機關也(第七十四圖)由外中內三部所成,外耳係由耳廓耳道鼓膜所成,耳廓集音,使由耳道達鼓膜,鼓膜薄膜也,振動甚易,故因外面所來之音而振動焉,中耳內有名耳骨之小骨四個,有傳達鼓膜振動之用,又有名歐斯答幾斯管,由中耳通至咽喉,調整中耳內空氣之壓力,以防鼓膜之破裂,內耳充滿如水之液,受中耳之振動,而振動焉,聽神經,分布於



耳之保護

名蝸牛殼之部分上,成無數細枝,傳振動至大腦,而起感覺焉,鼓膜在外面極易損傷,故掏耳洗耳,宜謹慎焉,若誤傷之,則成終

留音器之構造

生不具者矣,又耳內所分泌之粘液,有一種苦味,蓋以防蟲類之入也,

### 第七節 留音器 (蓄音器)

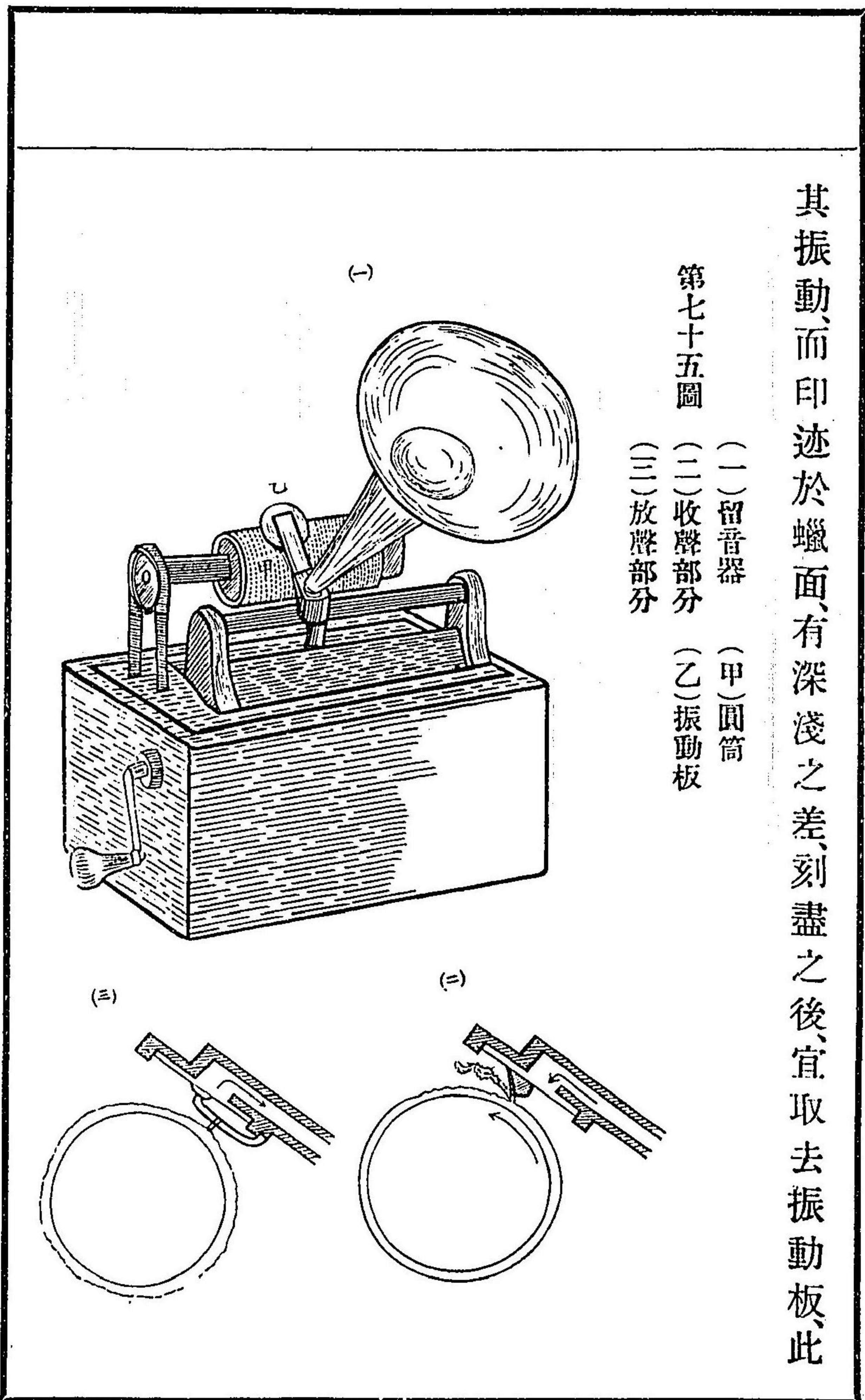
留音器,美國人愛達生所創製也,今日大加改良,通行於各地,此器如留談話演說音樂等,雖經數十年後,或送至遠方,皆可得而聞也,

留音器,如第七十五圖(一)所示之裝置,其要部即圓筒與振動板也,圓筒即通常蜜蠟與石蠟(巴拉非因)之混合物,密合於回轉圓筒上,可回轉自如,振動板,係以雲母或玻璃板之極薄而易振動者所作,有收聲及放聲二種,收聲者,振動板上之玻璃針尖成鑿狀,放聲者,振動板上玻璃針尖成球狀,今試使蠟圓筒回轉,安置收聲振動板,對喇叭狀物談話,振動板即隨談話振動,其尖端,依



其振動而印迹於蠟面、有深淺之差、刻盡之後、宜取去振動板、此

第七十五圖  
(一)留音器 (甲)圓筒  
(二)收聲部分 (乙)振動板  
(三)放聲部分



圓筒上細微連續凸凹之迹、即他日談話之具也、若欲使放聲、回轉圓筒、安置放聲振動板、使其球狀部適合於凹凸上、振動板即依玻璃球入凸凹部之深淺、振動而演先之所談話焉、此時欲其明瞭易聽、可安喇叭狀物於振動板上、



### 第七章 重要金類及化合物

#### 第一節 黃金

黃金之製法

黃金含於岩石中，成單體，又有與細砂共沈，聚於河底者，是為砂金。採取黃金之法，以流水淘洗含砂金之砂，或已破碎之金礦，砂之比重小，故隨水流去，黃金之比重大，故獨殘留。又法，加入水銀，使之溶解黃金，然後熱之，則水銀蒸散，黃金獨存。世界有名產地，推美國加利福爾尼亞及濠洲等。

黃金之性質

黃金為美觀而色黃之金類，比重一九三，引而長之可成細線，打而薄之可成金箔，溫度至高千二百度始融解，在空氣中毫不變化，又在諸酸類中不溶解，所以常有美麗之光澤，自然成單體而產出也。其質過於柔軟，故製貨幣或裝飾品等，常混銀或銅於其

中、

鹽化金

鹽化金為黃色之結晶，易溶解於水中，乃黃金與鹽素之化合物，照相或電氣鍍金所必需之藥品也。

#### 第二節 銀

銀之製法

銀與硫黃化合，自然成硫銀礦，單體者少，製法，加食鹽於硫銀礦，熱之，則銀與鹽素化合，再加鐵屑與水熱之，銀即分離，更加水銀，使之溶解而蒸餾之，則得純銀。

銀之性質

銀為美觀而色白之金類，富于抽長及展薄之性，可作銀絲銀箔，且為熱與電氣之良導體，比重一〇·五，在空氣中，雖不與酸素化合，然與硫黃化合，即生黑色之硫化銀，携銀時錶至溫泉場，則變黑色者，即此理也。其性稍過柔軟，故以之作各種裝飾品或貨幣等，常混銅於其中，銀在硝酸(硝強水)中溶解成硝酸銀，可供醫藥

硝酸銀



及照相之用、

### 第三節 銅

銅之製法

銅出於硫銅礦(硫黃與銅之化合物)黃銅礦(硫黃與銅及鐵之化合物)赤銅礦(銅與酸素之化合物)等礦物,由赤銅礦製銅法,與木炭共熱,酸素與炭素化合,飛散而生銅、

銅之性質

銅,赤色金類也,富于抽長及展薄性,但不如銀耳,亦為熱與電氣之良導體,故用之以為電線,及鍋釜等物,在濕潤之空氣中,即生綠鏽,稱鹽基性炭酸銅,極有毒、

膽礬

銅可作銅線,銅板,銅箔,工業上用途極廣,又作銅貨及各種合金,膽礬即硫酸(稍強水)與銅之化合物也,成青色美麗之結晶,在水中易溶解,可充藥品,銅之化合物既有毒,故煮物之銅器,必鍍錫於其內面以防之,銅之合金,黃銅即銅與錫(亞鉛),青銅即銅錫與

銅之合金

少量之錫,砲銅乃作大砲所用者,即銅與錫,鐘銅亦銅與錫,亞爾密即銅與鋁(亞爾密紐謨,洋銀即銅錫鎳(暹結爾),混合所成也、

### 第四節 錫及鋅(亞鉛)

錫之製法

天然所產出之錫石,係錫與酸素之化合物,由錫石製錫之法,混木炭而熱之,則酸素與炭素化合而飛去得純錫、

錫之性質

錫,色白如銀之金類也,易于展薄,因以製錫箔,包裹諸物,以防濕氣,又因其在空氣中不易與酸素化合,故用作鐵板表面,即俗名馬口鐵者是也,其他為合金,可用作各種器具、

鋅之製法

鋅(亞鉛)與硫黃化合,成硫鋅礦(閃亞鉛礦)由硫鋅礦製鋅之法,在空氣中燒之,復混木炭熱之可也、

鋅之性質

鋅為青白色之脆金類,可作各種合金,鋅華白色粉末,即酸化鋅也,可作白色顏料及藥品等、



### 第五節 鉛

鉛之製法

鉛亦與硫黃化合，成硫鉛礦，方鉛礦，產出製之之法，先在空氣中燒之，然後閉絕空氣，熱之，即得鉛。

鉛之性質

鉛為青白色之金類，在空氣中，與酸素化合而色暗，質柔軟，指爪刻劃之，易留痕跡，鎔界較低，以三百二十二度之溫度，即可鎔化，比重一一·五，鉛以質柔軟，故用作煤氣管及導水管，或作彈丸。

鉛之合金

錫鐵即鉛與錫之合金，活版之鉛字，即鉛中稍混錫（安知母紐謨）與錫者也。

鉛之化合物

密陀僧，黃色之粉末，即酸化鉛也，製造玻璃等用之，若以密陀僧在空氣中更加大熱，則得鉛丹之赤色粉末，顏料及工業上用之，鉛粉（碳酸與鉛之化合物），白色之粉末也，為梳粧用品，或為顏料，然鉛及鉛之化合物，皆有毒，不可近接食物，以鉛粉傅面，亦有害。

鉛粉

於衛生

### 第六節 鐵

鐵之所在

鐵多為化合物，廣布於地球上，動植物體內，及岩石中，無不含少許鐵者，常見之鐵礦，為鐵與酸素化合物，有吸鐵礦，紅鐵礦，棕色鐵礦等，皆可製鐵，又有與硫黃化合者，有硫鐵礦之名，然不能供製鐵之用。

鐵之製法

製鐵之法，先混煤，石灰石（又名灰石）於鐵礦內，投之鼓風爐中，送入高熱之空氣，至灼熱，酸化鐵放出酸素而成鐵，鎔解而降至爐床，鐵礦中之土砂，即與石灰石化合，而成鎔滓，蔽其上層，以防鐵與酸素化合，所生之鐵曰生鐵（銑鐵），百分中含炭三分至六分，其質脆，不可鍛煉，多供鑄造等用，凡鐵柵，機器架，鍋，釜等，多用此鐵，故又名曰鑄鐵。

生鐵



熟鐵

置生鐵於反射爐中，熱之，送入空氣，炭素盡燃，其他雜物亦被除去，是曰熟鐵（鍛鐵），百分中含炭〇·二分至〇·六分，至赤熱則柔軟，易于展薄，可作鐵板，又易于抽長，故可作鐵線，其特性則在可以鍛接。

鋼

以木炭末包熟鐵，熱而收入炭素者，曰鋼，百分中含炭素〇·八乃至一·八，製多量時，熔融生鐵，吹入高壓之空氣於其上，使炭之一部與酸素化合而散去，鋼受強熱，急冷之者，堅硬而脆，若徐々冷之，即韌而有彈力，刀劍、鐵軌、法條、船艦等用之。

防鏽法

鐵在乾燥空氣中雖不變化，然在濕潤空氣中，則漸生鏽，防之之法，可研磨之，藏於不觸濕氣之箱中，或塗脂油、筆鉛末等，以防濕氣，或如銃身，豫加高熱，使其表面生緻密之薄鏽，亦可也。

綠礬

綠礬（硫酸鐵），即溶鐵於硫酸（強水）中，所生之綠色結晶也，可作

染料，又可用為防臭劑。

### 第七節 水銀（汞）

水銀之製法

水銀之產出者，多成硃砂（汞與硫黃之化合物），通空氣於其上，加以強熱，則硫黃燃燒，水銀即成蒸氣，導之使其凝結。

水銀之性質

水銀為銀色之重液體，比重一·三·六，在零下四十度乃凝固，作寒暑表、晴雨表及鏡等，又採集金銀之時用之，又與金、銀、鉛、錫、鋅等溶解作合金，是曰阿馬魯咁。

阿馬魯咁

水銀之化合物

銀朱即硫化汞也，朱墨者以銀朱和膠所製也，亞輕粉（昇汞）又猛（汞）及輕粉（甘汞）汞與鹽素之化合物也，可用作醫藥及消毒劑等，水銀及水銀之化合物皆有劇毒，不可不慎。

### 第八節 鋁（亞爾密紐謨）

鋁之製法

岩石土壤之成分，以鋁為主，雖占地球表面之大部分，然製之甚



鋁之性質

難、近來由電氣分解法、較能以廉價製造、鋁、銀白色之輕金屬也、比重二·六、其性易抽長展薄、質硬而強、在空氣中不變化、故適於作諸種器物、今日鐵器使用最廣、然在空氣中變化、是其缺點、而鋁實足補其缺點、且其色美麗、將來如能製出多量且價廉、則其用必廣而代鐵矣、況鋁之原料、為粘土、故地上到處皆有、比鐵之原料、更大且多也、

陶土

陶土者、硅(矽)酸鋁之化合物也、為作陶器之原料、

粘土

粘土者、陶土之不純者也、占地表之大部、為作磚瓦土管之原料、

長石

長石含於諸種岩石內、硅酸鋁之化合物也、分解之、則成陶土、

雲母

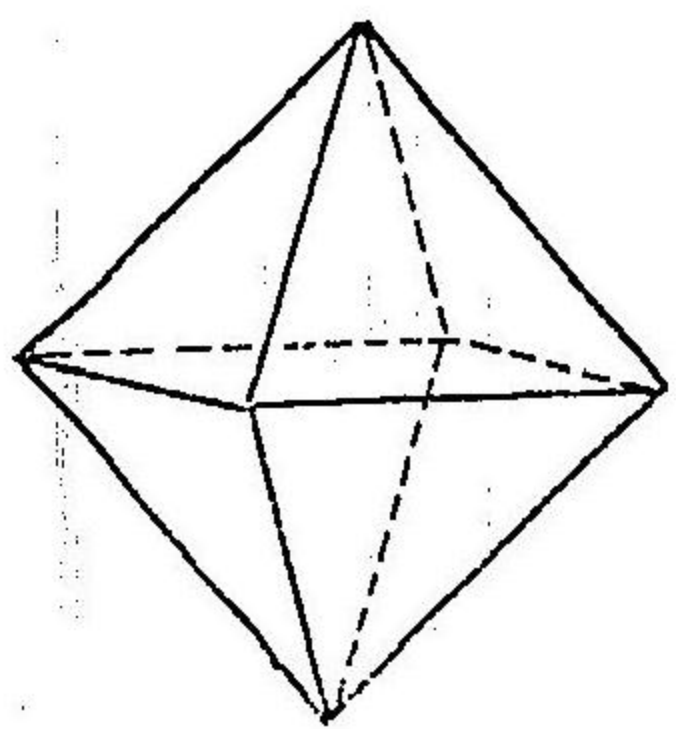
雲母亦鋁之化合物也、其良質者可代玻璃之用、其粉末可混和砂土、用以塗壁、

鋼玉

鋼玉者、酸化鋁、即純粹之礬土也、成天然美麗之結晶、其色種々

明礬

第七十六圖 明礬結晶形



不同、堅硬亞於金剛石、如青玉紅玉等、又為珍重之寶石也、

明礬為無色之結晶(第七十六圖)、燒之、則成白色粉末、是曰枯礬、自然產於火山地方、若加硫酸(硫酸強水)於粘土、更加以硫酸加留謨、

使之結晶、亦得製之、可供藥用、或染色等、

### 第九節 鈣(加爾曼謨)

鈣之所在

鈣與他物化合、廣存於地球上、然無產出單體者、今就其重要化合物、述之於左、

石灰石

(一)石灰石、往々成山塊、散布於地球上、其色種々不一、往々藏貝殼等化石、是即由太古生物之遺殼、堆積海底所生成、有成數百尺之厚層者、其用途甚廣、採掘之作石材、或燒之以製石灰、或用



大理石

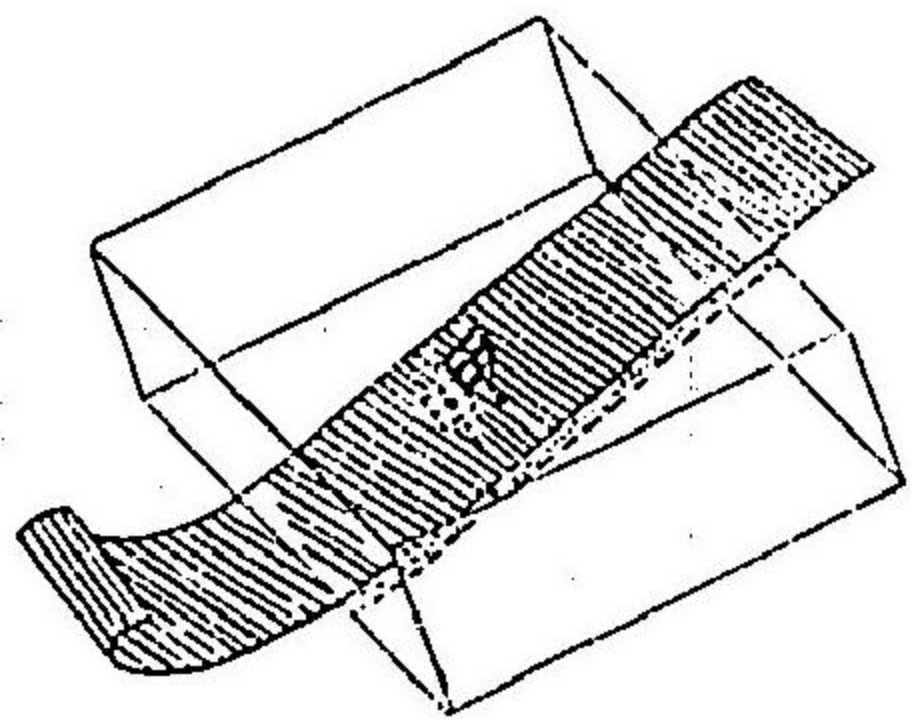
之冶金、或用之製造玻璃、  
(二)大理石、自古生成之一種石灰石也、品質結晶細微、或色白如雪、或兼黑白等之美麗彩紋、皆可供裝飾品、及建築材料、

方解石

第七十七圖  
方解石重屈折之圖

(三)方解石、結晶美麗、有一定方向劈裂之性、其純粹者、光彩屈折二重、置此結晶於文字上觀之、必現二重是也(第七十七圖)、

石鍾乳



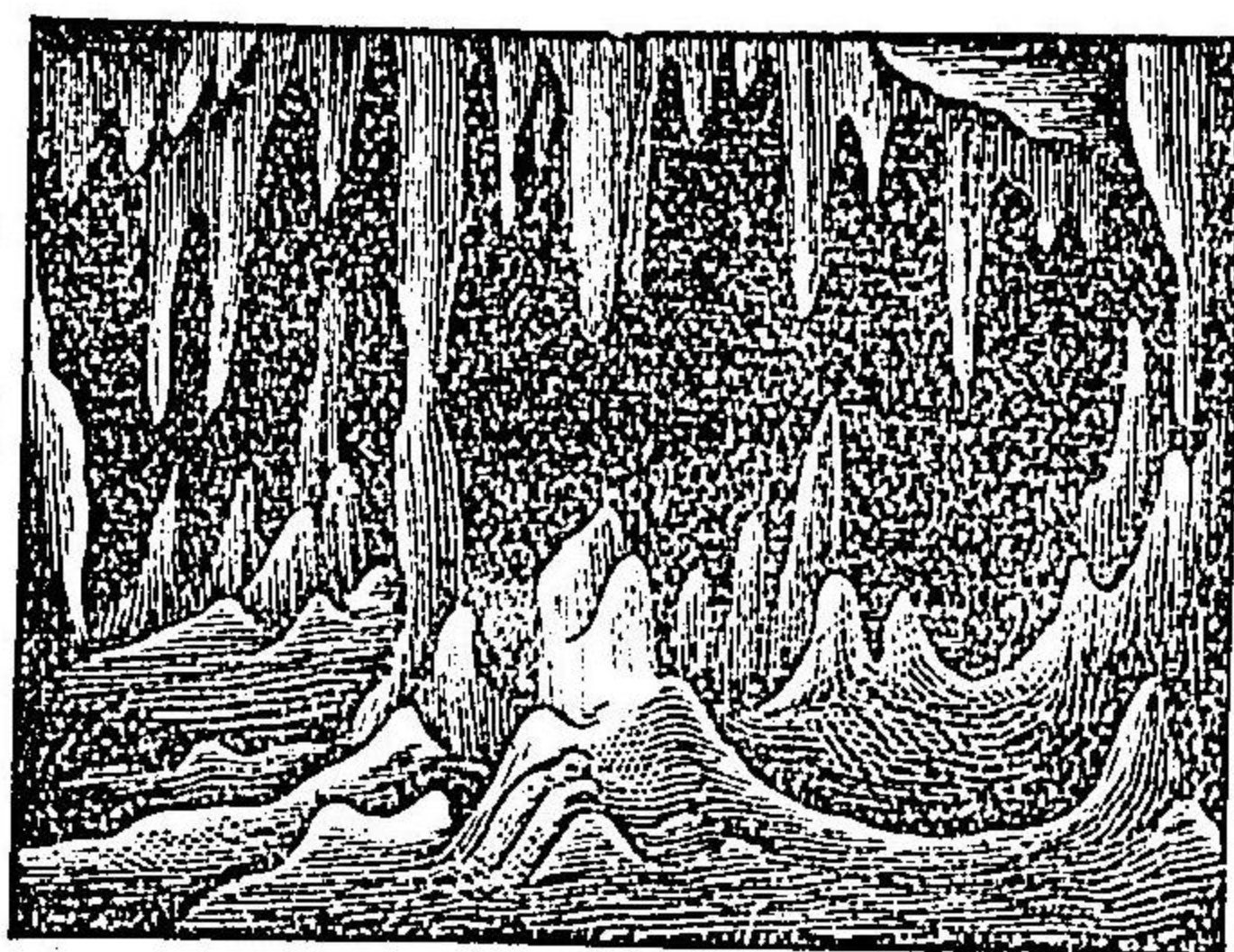
白堊

(四)石鍾乳、往往生於石灰岩之洞窟內、狀如冰柱、奇觀也、其大者丈餘、洞床亦生石筍者、是皆含石灰石之水、滴下所成者也(第七十八圖)、  
(五)白堊、白色土狀之物質也、可作粉筆等物、

以上各物、均為碳酸氣(炭氣)與鈣之化合物、如注以酸類、即放出碳酸氣而溶解(參看製碳酸氣一條)、碳酸鈣(碳酸石灰)不溶解於

鈣之循環

第七十八圖  
石鍾乳之圖



水、而溶於溶解碳酸氣之水內、凡水皆溶解碳酸氣若干、故水通過石灰石地層之時、必溶解碳酸石灰若干、因之棲息於海中之貝殼類、及其他之生物、即取之以作其體軀骨格、珊瑚、貝殼、幾盡由碳酸石灰所成者、死滅堆積之後、遂有今日石灰岩山塊之結果可知、鈣之為物、循環於生物界與礦物界之間而不已也、

卵殼

卵殼亦係由碳酸石灰所成、故養家鷄、若不與以貝殼類之石灰質分、其卵殼必甚柔軟、鐵壺中所生湯垢、即水中含有碳酸石灰之證、是因熱而碳酸氣分離、而沈澱碳酸石灰也、其堆積太多、雖不易導熱、然有防生鐵氣之功、



石膏  
 (六)石膏為硫酸鈣天然產出之纖維狀或結晶有無色者有稍帶黃色者如燒之則成白色之粉末可供彫刻各種器具之用又用以粘洋燈口或供肥料

### 第十節 石灰

生石灰  
 擊碎石灰石混煤置窰內加強熱則碳酸氣分離而剩酸化石灰(酸化鈣)所謂生石灰也生石灰為白色之塊注以水則發熱成粉末是曰消石灰俗名之曰石灰貯藏生石灰之倉庫內因漏雨滴而有發火之事者即此故也混水於消石灰中成乳狀者曰石灰乳可用作消毒劑更加多水於其中而取其澄液是曰石灰水供化學實驗各種之用石灰又可作肥料或供塗壁之用

瓦灰  
 五灰即混石灰於粘土中以水熟和者也經過時日即硬化

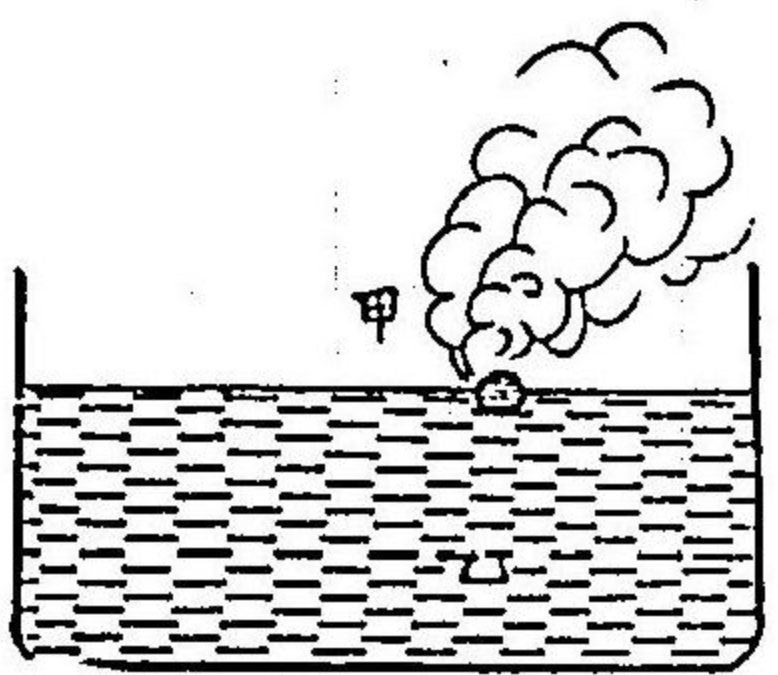
塞門德  
 塞門德即熱粘土與石灰之混合物而粉碎之者也亦在水中硬

鉀及鈉之性質

化為建築上必要之材料

### 第十一節 鉀(加爾謨)及鈉(那篤留謨)

鉀與鈉多存於化合物中此二金類極相似皆銀白色之柔軟金類也比重較輕在有濕氣之空氣中變化甚速在水中即化合而發水素故必貯之於煤油內如第七十九圖盛水器內投小豆大之鈉或鉀即浮游於水面發生水素而鉀生熱尤烈故水素燃燒蓋水中之酸素水素與鉀或鈉化合生苛性加里或苛性曹達(燒鹼)放出水素也故蒸發此水必留白色之固體即苛性加里或苛性曹達也味此水如灰水然以指頭試之必覺其滑投紅色試驗紙或加紅色利特瑪司溶液即變青色此作用名曰亞爾加里性反應



第七十九圖 投鉀於水中 (甲)鉀 (乙)水



酸

亞爾加里

鹽

苛性曹達

碳酸曹達

呈亞爾加里性反應物，稱亞爾加里，硫酸（硫強水）鹽酸（鹽強水）等，反之有酸味，有變青色試驗紙，為紅色之作用，此作用名曰酸性反應，呈酸性反應物，稱酸，不呈酸性反應，不呈亞爾加里性反應之液，曰中性液，如水食鹽溶液等是也，呈酸性反應之液（酸性液），與呈亞爾加里性反應之液（亞爾加里性液），適當混和之，則成中性液，是曰中和，自中性液生鹽，譬如鹽酸與苛性曹達液混，即得食鹽液是也。

苛性曹達與苛性加里，皆白色之固體也，易溶於水，工業上多使用之，苛性曹達可製造石鹼。

碳酸曹達無色之結晶也，易溶於水，亞爾加里性强，用以洗濯衣類，或製造玻璃，重碳酸曹達白色粉末也，可供醫藥之用。

溶灰於水中時，有亞爾加里性反應，洗濯最適用，蓋因含有類似

碳酸曹達之碳酸加里也。

### 第十一節 食鹽

食鹽之製法

食鹽之性質

食鹽多含於海水中，亦有由山中產出者，是曰岩鹽，海水百分中常含有三分食鹽，故濱海之國，皆由海水製之，先於海濱，用粘土作大鹽田，上布細砂，由溝導海水，藉太陽熱與風之助，蒸散水氣，則食鹽結晶附着砂上，搔集之而加海水，作濃厚食鹽溶液，盛於釜內，熱之使蒸散水氣，或炎熱地方，不入釜內，作結晶池之淺池代之，注以濃厚之食鹽溶液，藉太陽熱蒸散其水氣，即得焉。

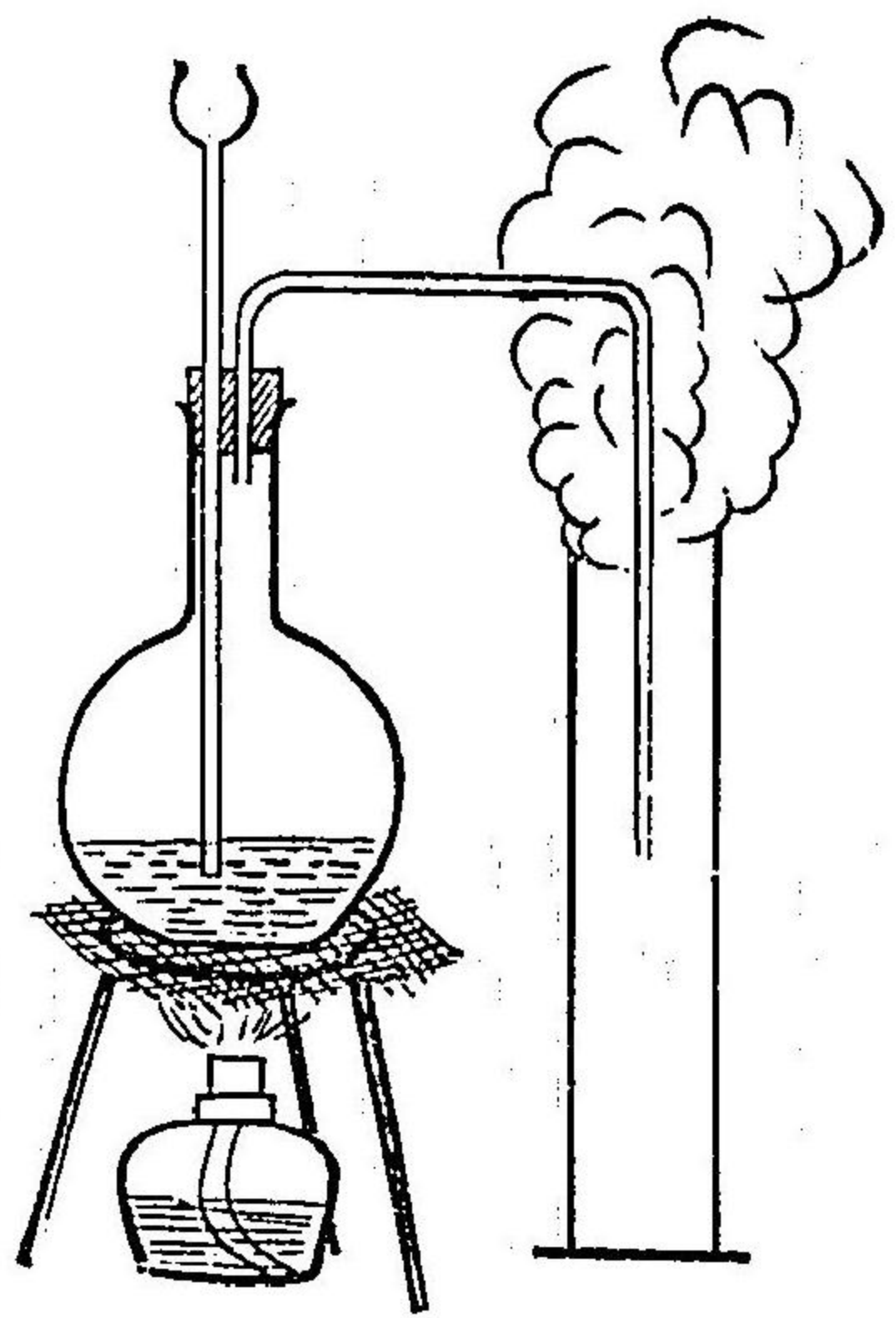
食鹽成白色骰子形之結晶也，味鹹，入水則溶，通常食鹽稍帶苦味，有吸收水氣，而漸致濕潤，是因有苦鹽，鹽露混其中也，苦鹽製豆腐時用之，倘將食鹽燒之，則其害可除也。

食鹽人生日常所用之食品也，或用以調理食物，或用以貯藏魚



鳥獸肉、野菜等、且供工業上種々之用、

第八十圖 鹽酸氣製法



加硫酸於食鹽中、徐徐熱之、(第八十圖)則發窒息性之無色氣體、是曰鹽酸氣、逢濕氣、輒呈白色烟狀、溶解此氣體之多量於水中者、曰鹽酸(鹽強水)、無色之液體也、供醫藥用、其不純者、稍帶黃色、供製

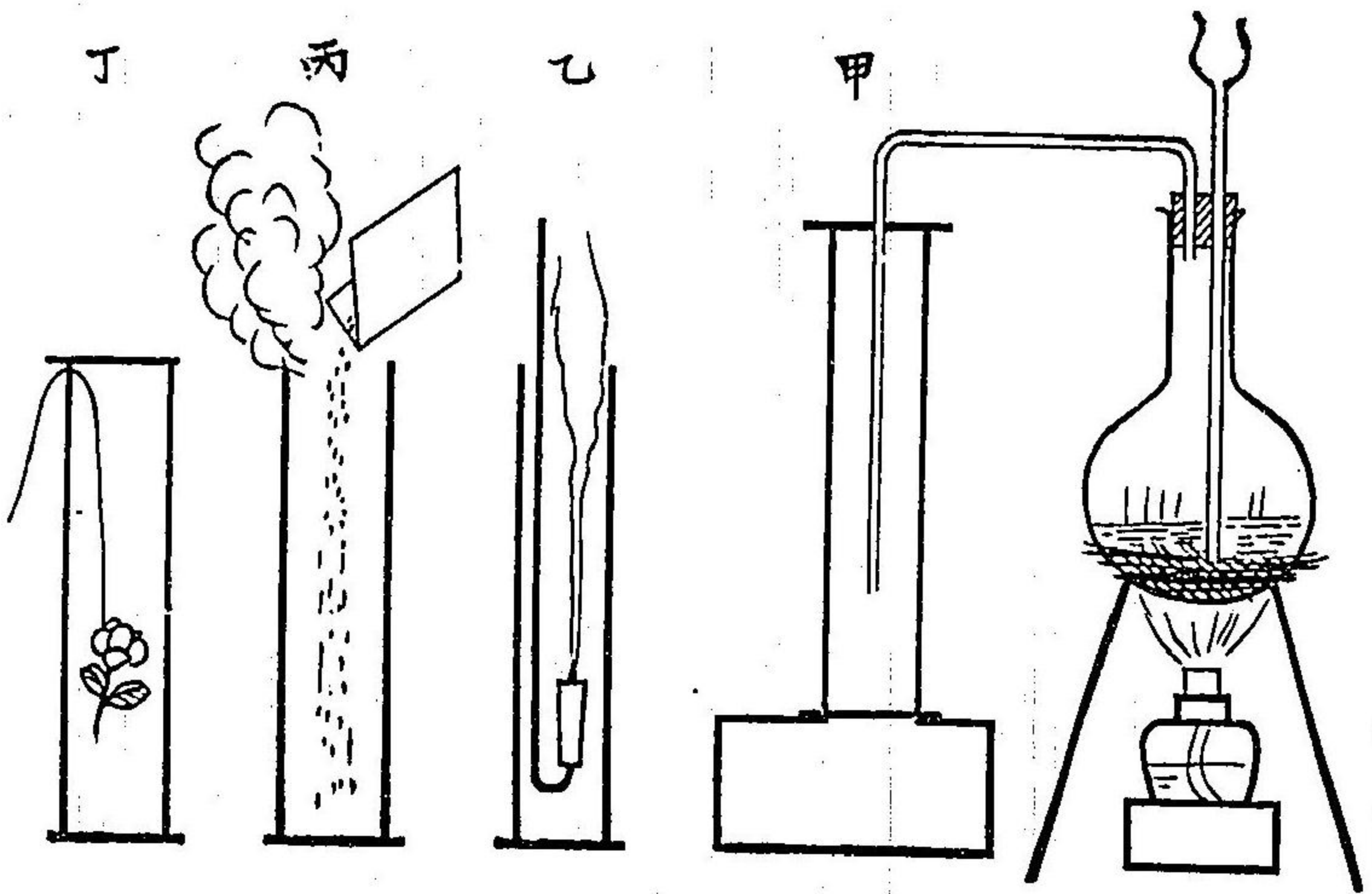
鹽酸

鹽素之製法

造漂白粉、鹽素酸加里、而鹽酸、化學上必需之藥品也、置褐石(過酸化滿俺)於堅固之玻璃瓶內、加強鹽酸、徐徐熱之、(第八十一圖甲)則生黃綠色氣體、是曰鹽素(綠氣)、有刺激性之臭氣、如吸入之、則至咯血、重於空氣、與諸種金類易化合、由動植物所

漂白粉

法製之素鹽 圖一十八第



成之色、遇之、頓消滅、今試燃燭入鹽素氣中、發煤烟而燃、即生鹽酸氣也、(乙)又投錫粉於此氣中、即發美麗之光、而燃燒、(丙)加鈉於小匙內、熱之、而置此氣中、燃燒後剩白色粉末、即食鹽也、故食鹽係鹽素與鈉之化合物、化學上稱爲鹽化鈉者也、如投花草於此氣中、則變而呈白色、(丁)其他凡由動植物所成之色、莫不爲鹽素所滅、故使石灰吸收鹽素、用以晒衣類、是名漂白



鹽素酸加里

粉、其使用法、先作溶液、浸衣類於其中、後移於硫酸或醋酸之稀薄溶液中、即褪色、然後用水洗滌、鹽素酸加里白色之結晶也、為作煙火爆發藥等之原料、醫藥上用作含嗽劑、

### 第十三節 硝石及火藥

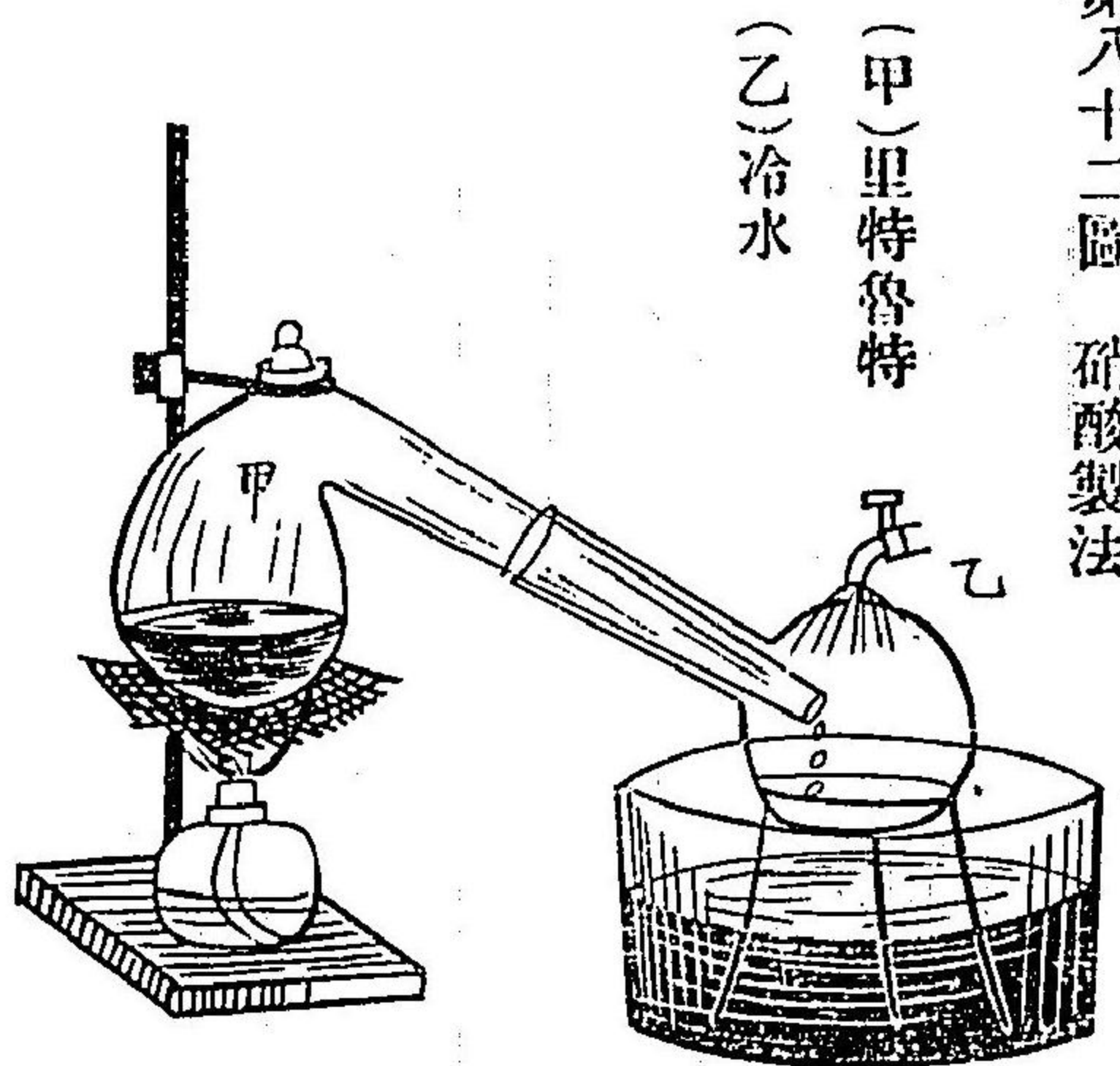
硝石之製法

硝石為硝酸(硝強水)與鉀之化合物、古來製法、先撒布石灰或灰等於粗鬆之地上、堆積糞尿及他之動物質、時時注水、過數月後、其中中生多量之硝酸石灰、集此土壤、以水溶之、加炭酸加里之溶液(灰水)於其內、蒸發之、成白色之結晶、即硝石也、古廟寺院之堂下、含有硝石者、即此理也、今日製造硝石之法、溶解南美所產之智利硝石於水中、加鹽化加留謨之溶液、則生硝石之溶液、因蒸發之、使硝石結晶、

硝酸

硝石白色柱狀結晶也、曰硝酸鉀、古來用之以製造火藥、或製造

第八十二圖 硝酸製法



(甲)里特魯特

(乙)冷水

硝酸(硝強水)、

置硝石於玻璃甌(里特魯特)中、加強硫酸於其中、熱之、而使其所發生之蒸氣冷卻、則成無色之液、是曰硝酸或硝強水(第八十二圖)、

投銅片於硝酸中、則發紅色之氣體、以水溶解之、則生青色之硝酸銅液、又如投木片於硝酸

中、則腐蝕、如點皮膚、則生黃色斑點、故用之須戒慎焉、硝酸亦如鹽酸強酸之一也、易與種種金類化合、為工業上重要



硝酸銀

火藥

之藥品、溶銀於硝酸中時、生硝酸銀、照相術及醫療上用之、火藥各國製法不同、然混合之數量、大概如左、

硝石 十五分      硫黃 二分

木炭 三分

各粉碎成細末、加水少許、混和壓榨成塊、俟乾燥後、碎置篩內、區分其大小粒、

爆發之理

火藥發火之時、硫黃速引火、硝石發生多量之酸素與窒素、木炭亦發生多量之炭氣、此等化合時、生數百倍容積之氣、且因多生熱、其氣更膨脹、故發射彈丸於遠方也、

其他爆發藥尚有綿火藥、戴那埋得等、皆含有窒素之化合物者也、

## 第八章 重要製造工業品

### 第一節 玻璃

玻璃之種類

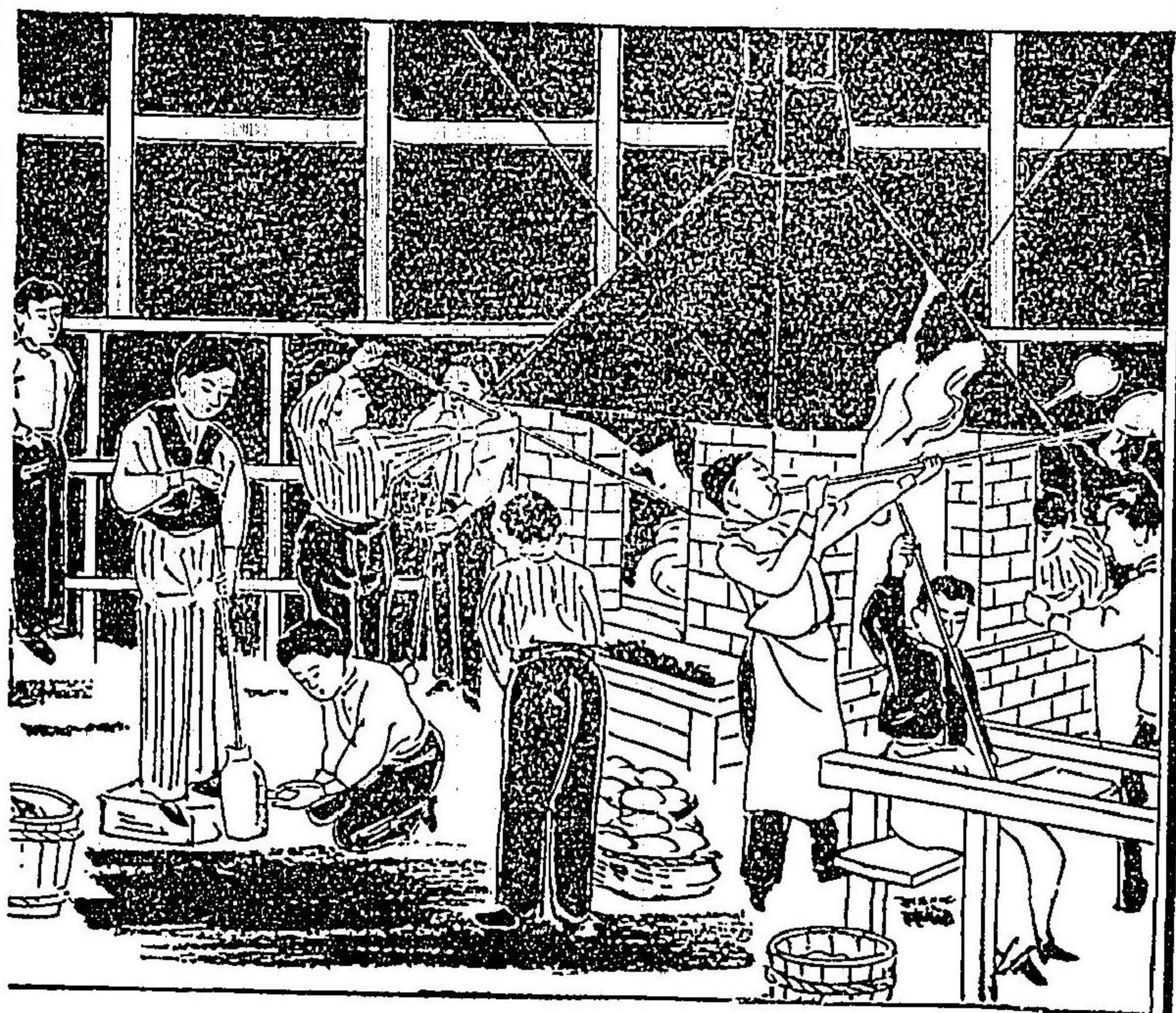
玻璃分爲三種、一爲鈉玻璃、即尋常之窗戶及玻璃瓶等所用者是也、一爲鉀玻璃、供製化學器械及鏡面等之用、一爲鉛玻璃、供作光學器械及裝飾品之用、

玻璃之製法

製玻璃之法、將石英、白砂、燧石等硅酸化合物與石灰及炭酸曹達等物、研碎混合、置於火泥罐內、強熱之、放出炭氣、稍冷之、則成飴狀、或如吹飴之法吹之、或入鑄型內而成器、燈罩、玻璃瓶等類、即吹成者、盃盤等類、即以鑄型所鑄者、油瓶、罐等類、在鑄型內吹之者、如麥酒瓶等、其原料粗惡、含有鐵分、故呈黑棕色也、製玻璃器、須徐徐冷之、若急冷之、則脆弱易破壞、不適於用、玻璃器之着



場工璃玻 圖三十八第



玻璃之着色

色、加各種金類酸化物少許、即融解而改色、用赤色酸化銅即為紅色、黑色酸化銅為綠色、過酸化滿俺(褐石)為紫色、鐵為帶紅色、磁器之着色亦與此畧同、玳瑁即易熔之玻璃也、含鉛錫等、用以塗鍋或洗面盆之內面、

石英之播布最廣、自構成山嶽之岩石、以及土砂石礫、莫不含有此物、其質硬、遇諸種藥品亦不變、其種類多、今僅記其重要者於左、

通常石英

(一)通常石英、有白紅青黑等各種之色、有如玻璃之光澤、又有透明者、有不透明者、其純粹者為製造玻璃之原料、其不純者供琢磨之用、又以濾飲水、或以鋪道路、

水晶

(二)水晶、光彩美麗、或玲瓏透徹、或紋樣珍奇、種類不一、用作印章、眼鏡、裝飾品等、

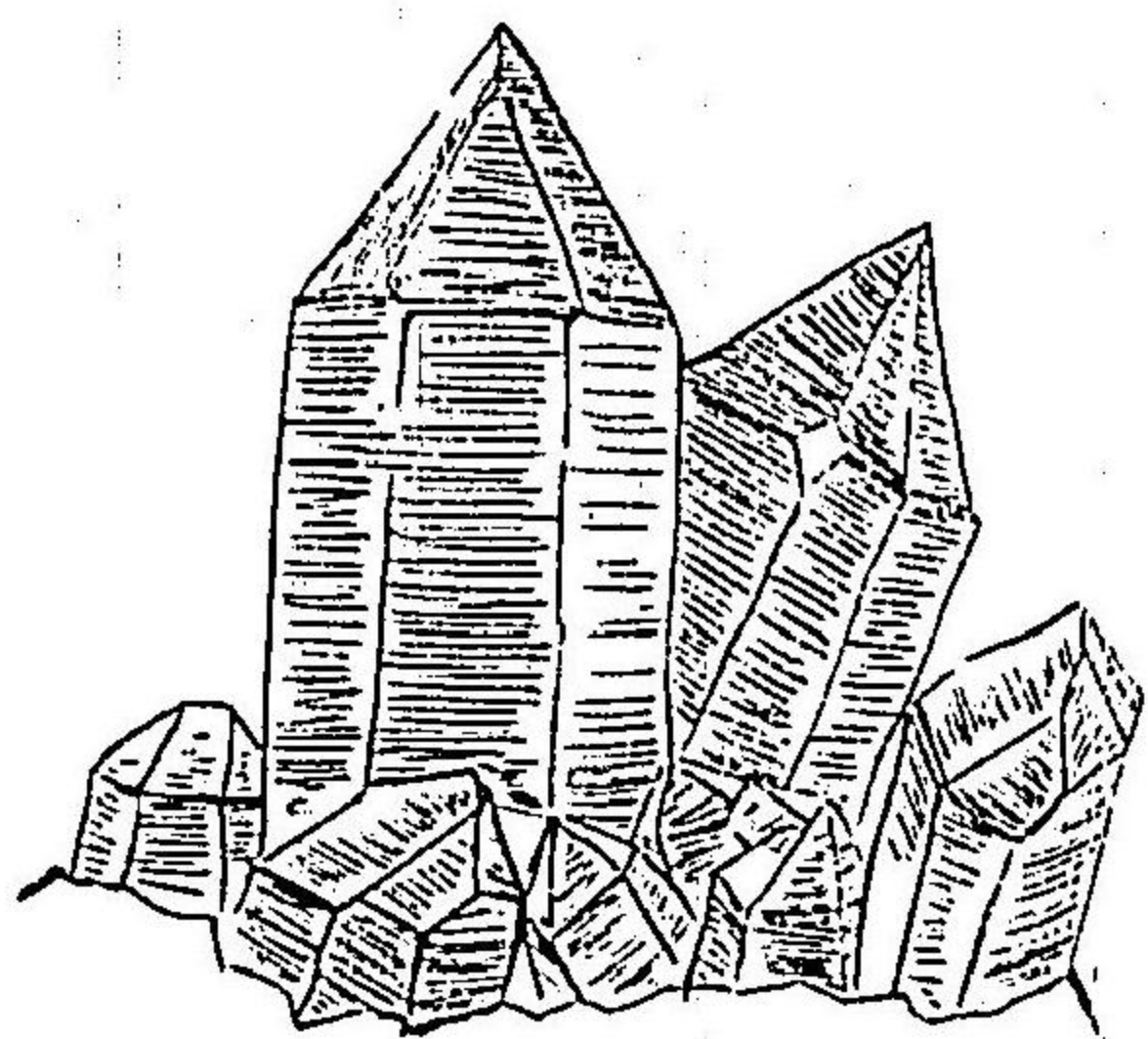


瑪瑙

第八十四圖 水晶

燧石

蛋白石



- (三) 瑪瑙，條紋艷麗，故用作簪珠鈕等裝飾品。
- (四) 燧石，其質緻密，而斷片皆稜角尖銳，古代之民，曾以之代刀鑿用，或用之取火。
- (五) 蛋白石，其成分頗類石英，所異者含水耳，種類甚多，外觀頗類卵白，故有是名。

### 第二節 陶磁器

陶磁器之製法

磁器之原料曰陶土，由長石雲母等之分解而生者也。混和長石石英之粉末，以水調勻而團和之，然後作種々形狀，俟其乾燥，裝入窯內熱之，即成所謂素燒者，無釉之磁器也。施釉料於其上，更

磚瓦之製法

加強熱，則成半透明質，為表面有光澤之磁器。釉料之為物，混長石細末與灰汁者也。陶器比磁器，其質軟，而所用之陶土，亦不純粹。其燒法，較之燒磁器，用低溫度而加釉者也。

磚者團和粘土，作形，待其乾後燒之。瓦之製法亦同，惟燃料異，故其色有不同。

### 第三節 石鹼(胰子)

石鹼之製法

置牛脂或豚脂五錢許於鐵鍋中，熱熔之，更加十錢許苛性曹達，以水溶解，徐熱而攪拌之。脂肪即與苛性曹達化合而溶解，熱過一小時後，加濃厚之食鹽溶液，而取冷焉。石鹼不溶解於濃食鹽液內，故由液中離開而浮游，乃集之，更加少許苛性曹達稀薄溶液於其上，煮之使沸，俟殘餘脂肪化為石鹼之後，即注入型內，使之凝固，依適宜之形斷之，即日常所用之石鹼也。工業上所製之



法亦大畧如前，石鹼之原料，爲脂肪與亞爾加里也，脂肪用牛脂、豚脂、椰子油、綿實油等，亞爾加里常用苛性曹達、苛性加里，上等梳粧品，用精選之原料，且加香料，洗濯用者，原料不純，混有樹脂、粘土等，用苛性加里者甚軟，是曰加里石鹼，又曰軟石鹼，用洗絹、毛等物，用苛性曹達者硬，是曰曹達石鹼，又曰硬石鹼，通常供梳粧用洗濯用者，此類也。

洗滌作用

用石鹼洗濯之効，一其溶解於水也，少分解其一部，而生苛性曹達或苛性加里，溶解皮膚或衣服纖維上之膩垢，二因有粘膠性，故能移出脂垢，洗濯用碳酸曹達及灰水者，蓋由一理也，用卵及糊者，蓋由二理也，亞爾加里性强時，即傷纖維及皮膚，故用石鹼之時，務須分解少量之亞爾加里者，是爲石鹼之最良，後加藥料附芳香，非石鹼之主要目的也，石鹼在海水及含石灰分之水中

不溶解，故在此等水中用之，亦無効，海水中所用者，另有特別之石鹼。

通常稱含有石灰分之水曰硬水，欲去此性，必煮水使沸，而除去石灰分，惟雨水及蒸氣水最能溶解石鹼，謂之柔水，又溫度高則溶解之量亦多，故洗濯宜用溫湯。

第四節 火柴（自來火又燐寸）

蠟火柴

火柴有二種，一爲蠟火柴，二爲安全火柴，前者只摩擦於粗面即發火，後者非摩擦於曾鋪藥品之表面不燃，蠟火柴，用蠟包固綿線，或小木條，其一端以膠粘鹽素酸加里、黃燐、細砂（又玻璃粉）三者之混合物也，以之摩擦壁或粗面上立即燃，然黃燐之性發火太易，又有毒，故甚危險，現今皆用改良之安全火柴，安全火柴，取小木條，浸其一端於熔融石蠟（巴拉非因）中，使木條易燃，次以

安全火柴



磷

膠粘鹽素酸加里硫黃或硫化銻之混合物於其上，又匣外鋪赤磷二酸化滿俺及細砂三者之混合物，故摩擦其端於匣之外面，則因其時所生之熱，赤磷發火，鹽素酸加里供給酸素，硫黃易燃，故能使木片燃燒也，火柴最輕便，且價廉而適實用，故今日都鄙到處無不用之。

磷之重用為製造火柴，且供藥料，天然成磷酸石灰，為磷灰石之主成分，又為動物骨之主成分，由骨製之之法，以硫酸（硫強水）分解骨灰，即成入水易溶之物質，混木炭末乾之，更置于乾餾器加強熱，磷即蒸散，導之於水中，傾入型內，成棒狀。

磷為半透明體，以帶黃色，故曰黃磷，柔軟如蠟，在空氣中，容易與酸素化合發白烟，在暗處放綠黃色之磷光，故不可貯之於空氣中，宜收藏於水中，且有毒，熱黃磷於密閉器中，則生赤磷，赤磷赤

鬼火

人造肥料

磷之循環

硫酸之製法

色之粉末也，發火之溫度高，且其毒不若黃磷之劇，暗夜見古戰場，或墓地生鬼火者，非死者之冤魂也，乃人骨中所含有之磷，成稱磷化水素化合物，觸空氣而燃發青火，風靜晴夜多見者，蓋由磷化水素，不能忽爾飛散，其他海面放磷光者，因海中之微生物，腐朽樹木之放磷光者，因生菌類也，皆不足奇異，人造肥料，係加硫酸於骨或磷灰石，而製成者，是曰過磷酸石灰，易溶於水，易被植物吸收，故作肥料其効最大，動物骨及神經內含磷甚多，是係間接或直接由植物所得者，植物則仰之於土壤中，故磷亦循環於礦物動物植物三界之間也。

第五節 硫酸（硫強水）

硫酸於今日工業上，用途甚廣，其製造廠各國皆有，製法甚複雜，茲惟述其大要，先運亞硫酸氣，使硫黃燃燒則發生水蒸氣，空氣



硫酸之性質

及少量之硝酸氣於用鉛板所造之巨室內、則種々化合而成一種液體、以玻璃器熱之、蒸散水分、即得油狀之硫酸、

硫酸、硫酸、酸素水素三者之化合物也、爲無色粘重之液體、較水稍重、溶少量於水中、味之有酸味、如鹽酸、硝酸、能變青色試驗紙爲紅色、溶解如鐵、鋅、金類、時生水素、糜爛動植物質、試混和鹽素酸、加里於砂糖、滴濃硫酸於其上、必大發燃燒、又以稀硫酸書字紙上、炙之變黑色、又以濃硫酸置在空氣中、其容積增加、是由吸收空氣中之水分也、又混水即發強熱、故作稀硫酸時、須一邊拌水、一邊稍加濃硫酸、若注水於濃硫酸中、必爆發、甚危險也、硫酸價廉、學術上工業上用途甚廣、

硫酸之化合物

硫酸與諸種金類作化合物甚夥、如膽礬(硫酸銅)、綠礬(硫酸鐵)、明礬(硫酸加留謨)、亞爾密紐謨(皓礬)、硫酸鋅、芒硝(硫酸鈉)、瀉利鹽(硫

硫酸之用途

硫黃

酸麻、屈涅、叟謨、石膏、硫酸加爾叟謨等、即其中之主要者也、

硫黃、天然生於火山地方、製之之法、先集含硫黃之土塊、以火熱

硫黃華

第八十五圖  
亞硫酸氣之漂白作用



之、熔硫黃、而分土塊、注型內作棒狀、又蒸硫黃、而冷却其蒸氣者、曰硫黃華、純硫黃也、硫黃色黃光澤如脂肪、天然出者、皆成結晶、熱之則熔呈赤褐色、滴之水中、則變爲橡皮狀、空氣中燃燒硫黃、即揚青焰、而發一種催嚏之氣體、是曰二酸化硫黃、或曰亞硫酸氣、有

亞硫酸氣

消毒之効、又漂白毛織物、麥藁等用之、如第八十五圖、燃硫黃、上置紅花、花觸亞硫酸氣、則褪色、

硫化銅

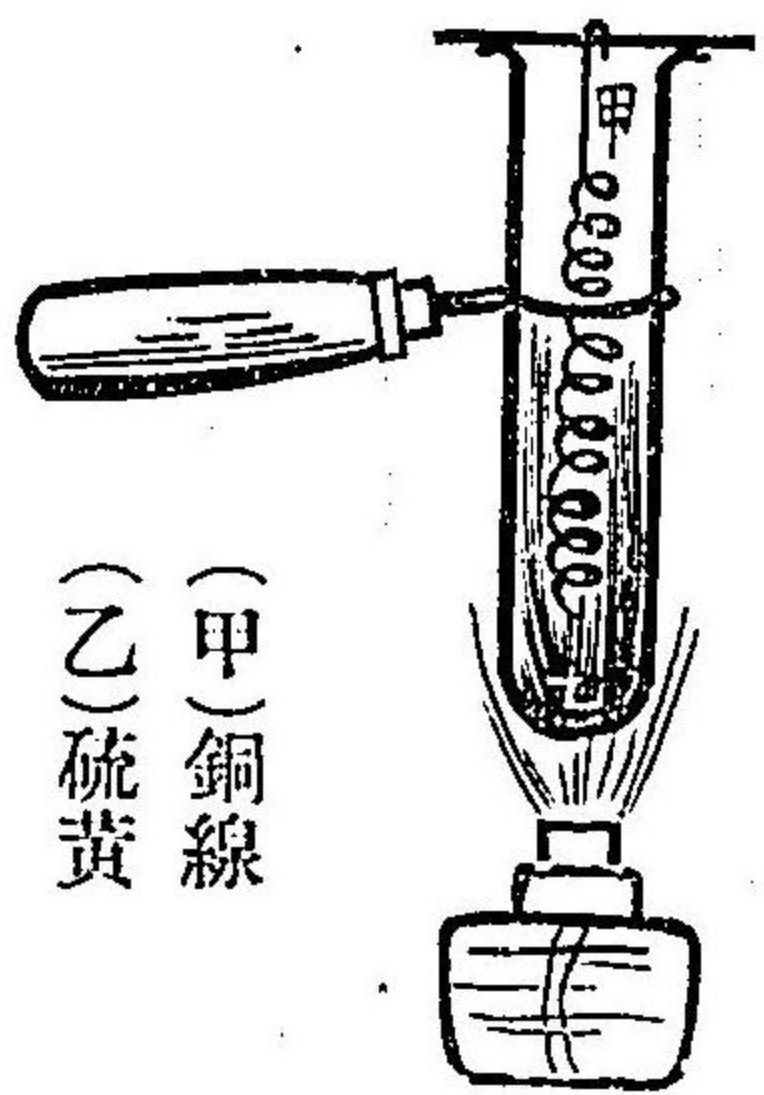
又如第八十六圖、置硫黃於試驗管內熱之、卷銅線爲螺旋狀、吊下而觸硫黃之蒸氣、則銅與硫黃化合而放美光燃燒、成黑色脆



硫黃之用

硫化水素

第八十六圖 銅化合硫黃



(甲) 銅線  
(乙) 硫黃

質之硫化銅、凡地中所產出之礦物、與硫化化合者多、不獨銅也、

硫黃、供製造硫酸、火藥、又燃之可作消毒及漂白劑、其他工業上用途甚廣、

硫化水素即硫黃與水素之化合物、有如腐卵惡臭、無色之氣體也、入水易解、或混在火山所噴出之氣體中、或溶解於鑛泉中、含硫黃之有機物腐敗、則生此氣、製之之法、注鹽酸於硫化鐵內、點火則燃、吐出青焰、化學分析上必要藥品之一也、

### 第九章 普通有機物

#### 第一節 有機物

有機物

古來世人以為所構成生體之物質、及由生物所生之諸物質、悉係由生物各自特有之生活力所生、決非人力之所得生也、

無機物

是以別此諸物質於萬物中、曰有機物、其他之物質曰無機物、近年學術日進、藉人工所創製之有機物不少、或為吾人日常之飲食料、或為衣服料、或為染料、或為藥材、頗為重要之物、

有機物之成分

有機物、其類甚多、然所以成之之元素、種類甚少、如煤油、沼氣、由炭素、水素二元素所成、如砂糖、澱粉(小粉)由炭素、酸素、水素三元素所成、或由炭、水二元素、或由炭、酸、水三元素所成、又有加窒素、由四元素所成者也、有機物含有炭素、由燃燒之時生煤、由燒後



煤油  
沼氣

炭素遊散可知也，又含有水素，由燃燒之時生水，可知也。煤油如前章所述，係炭水二元素之化合物，故試點火，以冷燈罩掩之，則燈罩上必現水滴，又空氣稍不通，則許多炭素游散。沼氣亦炭水二元素之化合物也，發生於煤油坑中，又試攪拌沼池之底，則成泡沫而上昇者即此也。蓋由水底之植物腐敗所生，燃燒之時，發青色焰，生炭酸氣及水。

### 第二節 澱粉(小粉)

澱粉之製法

澱粉多量存在植物體中，穀類、甘薯、馬鈴薯、葛根、百合、山慈姑、栗實等含有甚多。澱粉在水中不易溶解，故製之，須破碎其原料，盛以布囊，於水中振盪之，則澱粉分散，流出於囊外，靜置之，俟沈澱水底，後取而乾燥之。

澱粉之性質

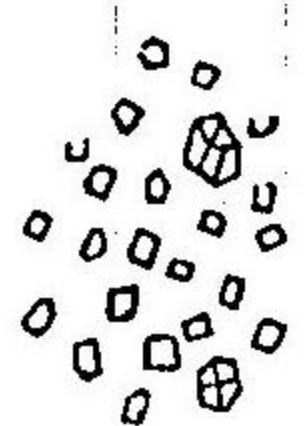
澱粉白色粉末也，試取顯微鏡照之，其原料異者，其形狀亦異。第

澱粉之用途

含有砂糖之植物

八十七圖，逢熱湯，即成糊狀，煮熟之飯米，葛粉半透明者，以此也。混沃度丁幾，則雖少量之澱粉，忽變青藍色，熱之即消滅，冷之即再現。澱粉與稀硫酸(薄硫酸)煮之，即生葡萄糖，與稀硝酸(薄硝酸)煮之，即生粘性之溶液，是即糊精也。煮小麥粉生糊，以此也，可便塗貼封筒印紙，糯米之有粘性者，因含有此物多也。

米之澱粉



馬鈴薯之澱粉



澱粉為米麥等之主成分，而占吾人日常食物中之大部，誠重要之物也。又釀之可以製酒。

### 第三節 砂糖(糖)

砂糖亦如澱粉，存在植物體中，而甘蔗(第八十八圖甲)糖楓(乙)甜菜(丙)等中所含殊多。甘蔗於臺灣、支那南部、南洋諸島、亞美利加



法砂糖之製

等栽培極盛用以製砂糖其形類玉蜀黍高及丈餘凡製砂糖先

第八十八圖

(甲)甘蔗 (乙)糖楓 (丙)甜菜



以輓轆裝置壓搾甘蔗之莖加石灰於其搾汁煮沸之徐蒸發其

糖蜜

法砂糖精製

途砂糖之用

葡萄酒

菓糖

乳糖

節

清液則可得褐色砂糖尙殘留粘稠不結晶之物質是曰糖蜜可供食料或製酒然斯法所得之砂糖未純一故精製之先溶之於水以骨炭濾去其色更以真空罐蒸發之也蒸發之溫度不必高如斯則無損失砂糖之量次既結晶者置於回轉器內分去不結晶者即得白色細微砂糖其結晶大小因溫度冷却之遲速急冷之則小徐冷之則大

砂糖易溶於水有甘味於調理食物及製造菓品最必要也

菓實有甘味者因含有葡萄酒及菓糖牛乳及人乳之有甘味者因含有乳糖三者皆如砂糖爲炭酸水三元素之化合物然甘味不及蔗糖乳糖專供醫藥葡萄酒供醫藥釀酒

飴係由糊精與麥芽糖所成者麥芽糖容易醱酵而生酒精者也

### 第四節 植物纖維素



植物纖維  
素之性質

植物纖維素為植物之重要組織，紙、綿等之纖維，殆是純然植物纖維素，其質柔軟，無定形，而不溶於水及酒精，惟溶解於強亞爾加里及濃硫酸（濃硫強水）中，稀釋其溶解於硫酸者而煮之，則可生葡萄糖，如前節所述，植物由其綠葉，吸入碳酸氣（炭氣），借日光分解之，生糖類並澱粉（小粉），以資其營養，纖維素即成細胞膜，或為導管，又為貯藏所也，是以砂糖澱粉纖維素三者有密接之關係，此三者與稀硫酸煮之，皆可生葡萄糖，而炭酸水三元素化合物也，其酸素與水素化合之比，恰為生水之比，故總稱之曰炭水化合物。

炭水化合物

植物纖維  
素之用途

以木材製纖維素之法，先寸斷之，後與亞爾加里共混合煮沸也，然則他物質悉溶解，惟可殘留白色纖維，以木材、藁等製紙，即此法也，又如麻、楮，以其韌皮成於纖維素，只剝離洗滌之可也，木綿

火綿

塞兒魯伊  
稿

人造絹絲

紙

天然所生之純粹纖維素也，故是等皆為製紙衣服之貴重材料，以木綿浸於強硝酸（濃硝酸強水）與強硫酸之混合液中，凡一晝夜，則觀雖如舊，已化甚易爆發之物質，是曰火綿，多用之為爆發藥，若取暫時稍浸漬者，洗滌、溶解於酒精與依的兒之混合液中，復以樟腦混和其中，即可成一種溶液，是曰塞兒羅伊德，在高溫度，即柔軟隨意可造各種形像，在低溫度，即堅硬能適於彫刻，又研磨之，則生光澤，又得變為各種之色，故用之作象牙、鼈甲、珊瑚等之模造品，然其質易燃燒，故不宜近火氣，又將以上之溶液置在堅牢器中，強壓之，使通過數多之細小玻璃管，自熱湯中流出，則酒精與依的兒，即蒸散生纖維，後加某藥品，去其燃燒性，紡績之，則外觀恰如絹絲，是即人造絹絲也，紙由原料及製造之精粗，異其質，然其成分以纖維素為主，原料



用楮皮、繸褸、木材、葦等而混合樹脂、糊等也。

### 第五節 脂肪及油

脂肪與油者，固體與液體脂肪為固體，油為液體之別名也。其成分為碳酸水之三元素。脂肪即動物皮下結締織中所含，油即植物種子中所含。而油有二種，一如菜種油、蓖麻子油、阿列布油、豆油，在空氣中不乾固者也。

不乾性油及乾性油

一如桐油、亞麻仁油、胡桃油，在空氣中吸收酸素而乾固者也。前所云不乾性油供燈料、食料，又塗器械防摩擦，及生鏽，後所云乾性油供塗料。

脂肪酸

牛豚之脂肪供食料，又作石鹼、木蠟、脂肪之一種也。可作蠟燭。通過熱之水蒸氣於脂肪，則生脂肪酸與虞利斯林。虞利斯林為無色粘稠之液，有甘味，供藥用，又為名戴那埋得爆發藥之原料。

虞利斯林

漆

漆係集刻劃漆樹所流出之汁液而製者。於濕潤空氣中，吸收酸素而乾固，猶類乾性油。漆器日本之名產也。

### 第六節 蛋白質

蛋白質之成分

蛋白質複雜之有機物也。而為動植物體中之主要成分。無定形。其組成亦隨物質不一。然皆成於炭素、水素、窒素、酸素及硫黃五元素。今試列舉重要之蛋白質數種。

蛋白

(一) 蛋白，即卵之無色部分。而蛋白質之溶液也。試混加酒精，則必凝固成白色。又煮沸之，則凝固。是不獨卵白，即蛋白質通有之性質也。

血漿蛋白

(二) 血漿蛋白，存在血液中。其質類卵白。血液之離動物體而凝固，則由含有名纖維素蛋白質。

麩質

(三) 麩質，即當入小麥粉於布囊，水中揉之，囊中所殘淡黃色而彈



豆素

力性之粘質物也、燒之即生有乳質之輕麩、麵包之輕鬆、因含有此質也、

(四)豆素、即大豆小豆等豆類中含有之蛋白質也、而豆腐、豆素之凝固物也、

膠質

(五)膠質、無色透明之固體也、在水中膨脹、熱即溶解、係動物之骨髓、皮革等與水煮沸所製者也、魚膠即其不純者、

窒素之循環

蛋白質、為滋養品之重要物、肉類含蛋白質多、易消化之食品也、米麥豆類皆為多蛋白質食料、吾人攝取蛋白質於體內、消化吸收、其分解者為尿素、存在尿中、排出體外、而由發酵作用發安母尼亞、又糞尿含有安母尼亞甚多、為肥料歸地中、因微生物遂生硝酸化合物、是皆為植物所吸收、合成蛋白質、再作食料入動物體內、此亦窒素循環之好證也、

酒精之製法

### 第七節 酒精

盛火酒於小皿中、點火、則燃燒而揚青紫色火焰、為是火酒中含有酒精之證也、蒸餾火酒雖得酒精、然通常多以釀造甘薯馬鈴薯所得之濁醪為原料、而蒸餾數回者也、

酒精之性質

酒精易流動無色之液體也、又炭酸水三元素之化合物也、有一種臭氣與刺激性、易溶於水、以七十八度沸騰、比重〇·七八、通常坊間所售者、含水至十四分以上、能溶解樹脂及其他有機物、故為工業上必要之品、又供藥用、作混和酒、

酒類

酒類用為飲料、其類甚多、隨原料及製法不同、雖各有特異之香味、其主成分酒精也、由名酵母微生物之作用、變米麥等澱粉而成酒精者也、各種酒類中所含有之量、約如左、

紹興酒

百分中

十二分半



飲酒之害

老酒	百分中	十一分
日本酒		十二分……十五分
葡萄酒		八分……十分
麥酒		二分……六分
火酒		三十分……四十分

凡酒類其量少、則雖能助興奮不無少益、若多量飲之、或飲無間、斷則必害腸胃、隨犯頭腦、消耗記憶力、四肢倦怠、英氣減退、或起中風症、陷於腦病、天壽不全、貽害子孫、故一國消費之酒量、即元氣消耗之量也、於是各國留心注意、或課重稅、或發禁令、美國今日之富强、實因職工禁酒之所致、世之少壯青年、須勉禁酒類、使身體健全、而計國家之富强也、

第八節 醋酸

醋酸之製法

曝酒類於空中、則至腐敗而帶酸味、是因其中已生醋酸也、多量製醋酸之法、猶製木炭、置松杉等木材之細屑於鐵器、乾餾之、其餾出之液中、即含有多量醋酸、加石灰於其中、使之沈澱、更復集之、加硫酸、再蒸餾之、則可得純粹之醋酸、

醋酸之性質

醋酸有刺激性之臭氣、無色之液體也、十七度而凝固、能溶解鐵鉛銅等、稀釋味之、有酸味、如硫酸、硝酸、能變青色、試驗紙為紅色、醋酸鐵染術上用之、醋酸鉛名鉛糖供醫藥料、

食料醋

供食料之醋、醋酸之稀薄溶液也、百分中含有三分乃至五分之醋酸、通常由酒類製之、醋酸之外、尚含有各種物質、

有機酸類

醋酸、及由有機物製出之酸類、總稱曰有機酸、成於炭酸水之三元素、(一)蟻酸存於蟻蜂等虫類體中、其質類醋酸、人為虫類所刺、即感疼痛者、多因有此酸也、故用如安母尼亞水等亞爾加里、中



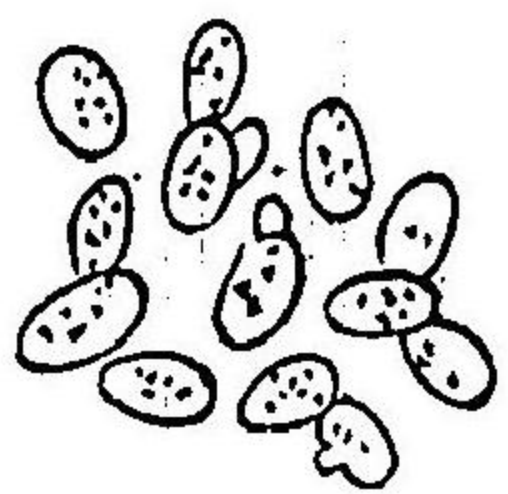
和之，則可消其毒。(二) 蓆酸化合存在酢漿草等中，白色之結晶也。在水中溶解，染術上用之。(三) 林檎酸存於梅、李、林檎等菓實中，有酸味，易溶於水之結晶也。(四) 酒石酸存在葡萄之菓實中，易溶於水，白色之結晶也。(五) 枸橼酸含於橙、柚、橘等菓實中，亦易溶於水之結晶也。(六) 乳酸即腐敗之乳汁、飯米餅中所生，粘稠液狀之酸也。

### 第九節 醱酵

酵母

醱酵廣行於有機物間之變化也，如菓實、米、麥釀造酒類、酒類造

第八十九圖  
麥酒釀造酵母



醋，皆由此作用，誘起醱酵之物質，即如菌類、酵母(第

八十九圖)及微菌等，有為么微之生物，又有為無生之醱酵素。

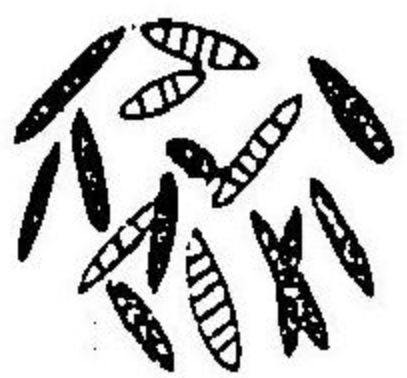
醱酵作用

尿分解，則發惡臭，木葉樹枝久埋沒於泥沼中，則生

腐敗  
傳染病

沼氣、碳酸氣，又由糯米製麴等，無一非醱酵作用也。

第九十圖 微菌(千六百倍擴大)



結核微菌 室扶斯微菌 虎列刺微菌

醱酵作用之結果，或屢發惡臭，生有毒之物質，如此，則特稱曰腐敗。夏日魚肉豆類等之發惡臭，皆此腐敗也。虎列刺、室扶斯、肺癆等傳染病，各有特別之微菌(第九十圖)。

入人體內，而繁殖其類，瘡傷濃化亦腐敗微菌之作用也。

醱酵與溫度之關係  
罐詰  
防腐劑

醱酵作用關係溫度，故傳染病多在夏日流行，然逢甚寒微生物即凍死，逢沸熱亦焦死，故貯藏食物，宜擇寒冷處，罐詰則用熱湯殺除內部微菌，密封以防空氣中之微菌侵入，雖多經時日，不至腐敗，又消除傳染病毒，熱衣服器具者，亦此理也。如昇汞水、石炭酸水及亞硫酸氣，有防止醱酵之作用，故謂之防



腐劑醫藥工業上用之、食鹽、硝石、醋酸、酒精亦有使微生物撲滅衰弱之功用、故可用貯藏食物、如鹹醃肉類、野菜等類是也、濕氣能使微生物之發育盛、故收藏衣服食物、非乾燥之不可、如貯藏肉類野菜、必先乾之者、即其例也、

### 第十節 茶及煙草

嗜好品

煙草之製法

雖非直接之營養品、為其能助消化使精神爽快、各國人好用者、謂之嗜好品、即酒類、砂糖、煙草(第九十一圖)茶等是也、其酒類、砂糖前節既已說明、則此節惟述茶及煙草、製煙草之法、係先使生葉乾燥、堆集之、使醱酵、喫煙時所發芳香、即此時所生也、少喫之、則可刺激神經使之爽快、然久喫之、則使神經痴鈍、而致營養不良、殊阻害幼者身體之生長、精神之發達、不鮮也、故日本政府、有幼年禁煙之令、犯者不宥、

煙草之成分

第九十一圖 煙草



茶之主成分

單尼

煙草之主成分、曰尼哥請、無色油狀之液體也、有猛毒、二三滴、即使人至死、喫煙之害、蓋因有尼哥請也、茶之種類多、可大別為綠茶、紅茶、是隨其製法而異也、茶之主成分為茶素、無色針狀之結晶也、有苦味、茶有興奮作用、爽快精神、除去睡魔、皆茶素之効也、飲量過多、則陷於不眠、起頭痛、生胃病、茶有澁味者、因含有單尼也、栗櫚等亦含有之、淡黃色之粉末、而易溶於水、逢含有鐵氣之水、則變黑色、製造墨汁、及染術上用之、



又供製鞣皮之用、

### 第十一節 鴉片

鴉片之製法

鴉片割罌粟未熟之殼、集其所流出之汁而製之、為茶褐色之粉末、有苦味、少量能使人魔醉、印度、波斯、土耳其等處輸出最盛、鴉片煙膏、即加水及酒於鴉片中、熬成膏藥狀、後密閉器中數十日、使其發酵、專供喫煙之用、每百分中含有莫兒比涅八分乃至十分、道光年間英人始輸入鴉片、當時病者皆以為良藥、藉除其苦惱、爾來因習喫煙者增加、遂成終生不治之癮、害貽子孫、憂國之士、豈可不勉力以除此陋習乎、

鴉片之成分

鴉片之有效成分莫兒比涅也、其味甚苦、可作強烈之魔醉劑、雖少量足使人至死、

劇毒劑

莫兒比涅含窒素之有機物也、性甚猛毒、類此者、有斯篤里幾尼

涅(含於番木鱉子中)亞篤羅必涅(含於龍葵根中)古加乙涅(含於古加植物葉中)皆用少許為藥料、

### 第十二節 樟腦

樟腦之製法

樟腦、先以斧斬碎老樟樹之幹根等、作成屑片、加水蒸餾而製之、其純粹者、將粗製品再蒸餾之、樟樹喬木也、產於日本南端、臺灣及福建省等、而西洋諸國不產焉、

樟腦之性質

樟腦白色半透明之結晶也、有特異之香氣、不溶於水、而溶於酒精、甚易揮發、點火即燃、炭酸水三元素之化合物也、用為防臭劑、殺虫劑、又用作無煙火藥之原料、然製造塞兒羅伊德為最多、龍腦、類樟腦有香氣之物質也、供藥用、係由波羅蘇門答拉等所生之樹木所採取者、

龍腦

薄荷腦

薄荷腦、係由薄荷草所製之物質也、有香氣與清涼之味、可供藥



松根油

用、松根油、係松脂與水蒸氣蒸餾時所生、無色易流動之液體也、用以溶解樹脂、

橙皮油

橙皮油、檸檬油、係橙櫟等之皮與水蒸氣蒸餾所製、各有特異香味、

彈性橡皮

彈性橡皮、由熱帶地方所產數種樹、取其所滲出之汁而乾製之、有彈性、遇水、酸類、阿爾加里等、不被侵害、於工業上、用途甚廣、

### 第十章 力及器械

#### 第一節 力

運動  
靜止

如鳥之飛、如水之流、凡物體變其位置者、曰運動、不變其位置者、曰靜止、運動之中有速度、有方向、譬如鳥一點鐘以二里之速度、飛行東方之類是也、

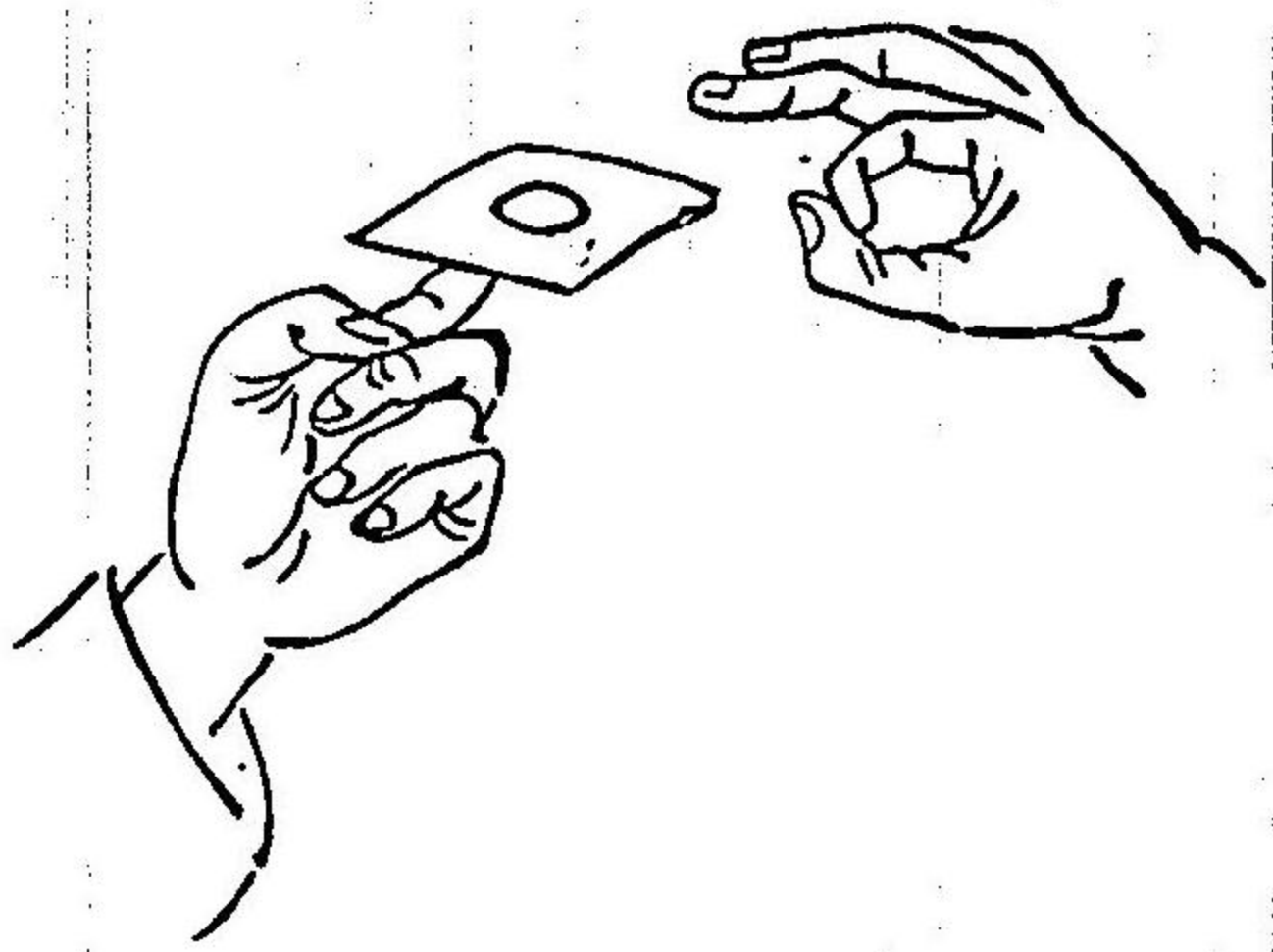
力

今欲動机上之球、則必以指彈之、若一旦運動而欲其靜止之時、亦必以手防止之、凡如斯使靜止之物體運動、或使運動之物體靜止、此動靜之作爲、是曰力、凡靜止之物體、非藉他力之作爲、則永久無運動、運動之物體、非藉他力之作爲、則必永久向同一之方向運動、而無靜止、此法則千古不易、是曰惰性之法則、試置厚紙於指頭上、紙上載銅錢一個、急彈厚紙、則紙去銅錢尙留指上

則惰性之法



第九十二圖 惰性之試驗



(第九十二圖)銅錢不與紙運動,是由惰性靜止也,又試堆積書籍之中,急抽一册,他册不移倒,又欲踰廣濶溝渠,則必離溝邊稍遠奔來,始能躍過,又奔走之時,急速停止,則體之上部,必屈向前方,亦惰性之一例也,日常起居動作,器械之運動等,其由惰性者,不可枚舉。

### 第二節 地球之引力

重力

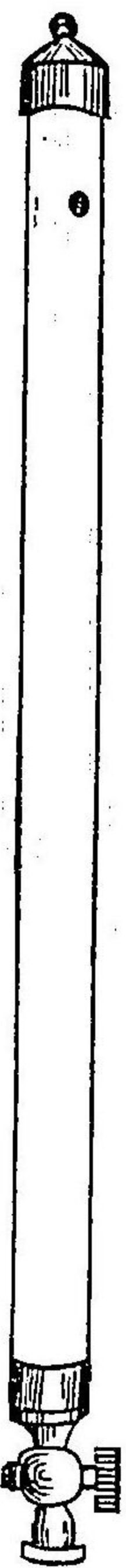
今以手持球放之,必向地下墜落,又球在手中,覺有向下方引付之力,此力曰地球之引力,又稱重力,蓋物體之有重量,因地球之有引力也,引力距今二百四十年,英人紐敦氏,見林檎落地,因研

管羽  
毛銅錢

究而發明也,猶瓦德氏見鐵壺內之蒸氣蒸騰其蓋,因發明蒸氣力,凡物理發明,皆隱在常人所見,非有異也。

試使羽毛與銅錢同時落下,則見銅錢較羽毛速,人必以為重物是速落,輕物是遲落,然取同重之二紙片,一撚成丸,則丸落下必速,由是推之,可知前者之誤認也,夫面積大者空氣之抵抗隨大,故其落遲,比重大者較之小者,則受空氣之抵抗亦小,故其落速也,今以同形紙片添付銅錢落之,則必同時落下,又如第九十三

第九十三圖 羽毛銅錢同時下落



圖試置羽

毛銅錢二

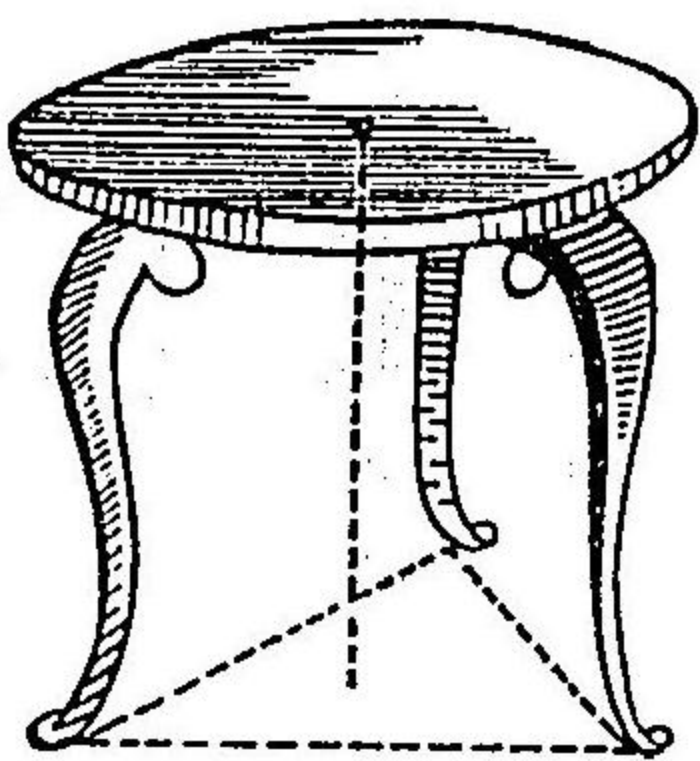
物於玻璃管內,排出其內空氣,則落下時間相同,若放入空氣,則銅錢較羽毛必速,故知物體下落,苟無空氣抵抗,則必同時下落,而無輕重之別也,然其落也,漸增速勢,試觀錐落床上,從落之愈



重心

高穿床亦愈深、又降電被害重者、即速度甚大之證也、速度之增加如此者、是地球之引力作用無間斷也、

第九十四圖 机



第九十五圖 持重荷時身體屈一方



凡支持物體之一點、得平均時、其點曰重心、是重力恰如向此一點為作用也、重心必向地面、故物體有顛倒之難易焉、即重心在高所易倒、在低所難倒也、又重心所下直線、如出物底之外、必倒、故底宜廣、如机臺之底是也、(第九十四圖、彼負小孩者、體向前屈、又右手持重荷時、體向左屈、(第九十五圖、皆因使重心來兩足之間、以防其倒也、

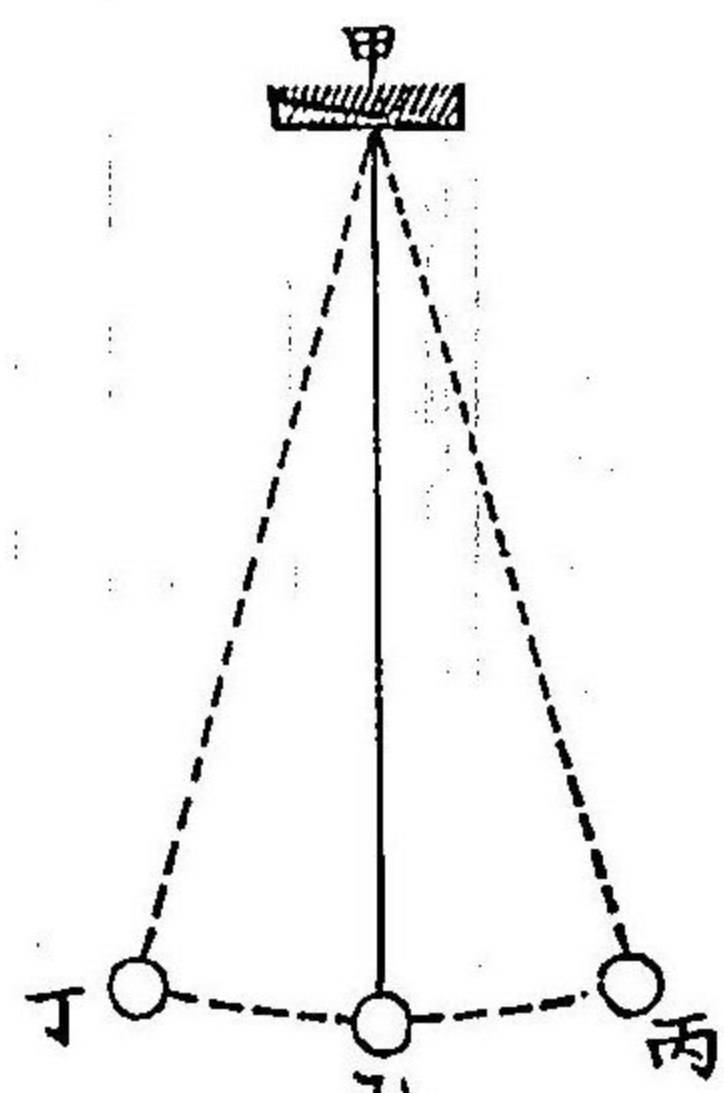
振子

振子振動之法則

第三節 振子(擺)

如第九十六圖、以絲繫錘乙、自甲吊下、引至丙放之、錘由重力必回至乙、更進至丁、丁與丙同高再下進至乙丙、而往復於丙丁之間、此裝置曰振子、振子之錘、自丙至丁、再至丙之時間、曰振動時間、甲

第九十六圖 振子(擺)



乙為振子之長、乙丙之距離、曰振幅、關於振子之振動、有如下之法則、(一)振動時間不關振幅之大小、常相等、是曰振子之等時性、(二)振動時間無關錘重之大小、(三)振動時間與振子之長之平方根、為正比例、

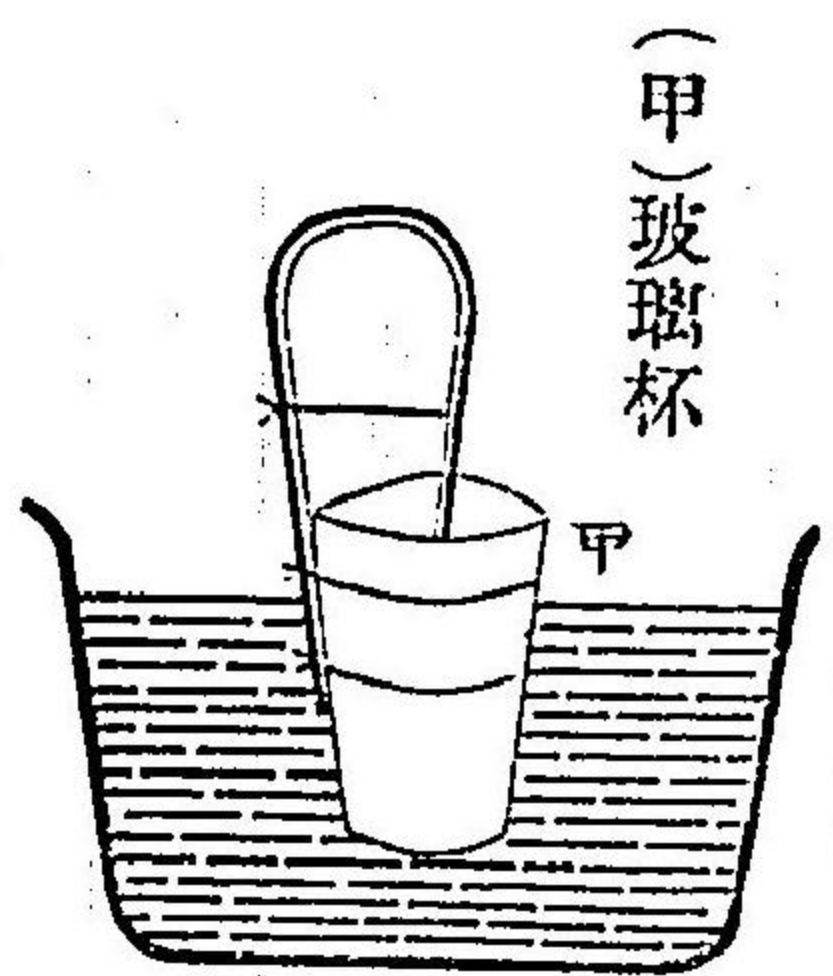
第四節 勸及反勸

如第九十七圖、縛竹片於玻璃杯之外側、曲其端、使入杯之內側、

勸及反勸



第九十七圖 勸及反勸



以絲繫其中間、浮之水上、以火燒斷其所繫之絲、則竹端雖打杯、而杯必不動、是竹打杯之內側勸也、竹押所縛之一部反勸也、二者常異方向、且其強度相等、故杯在水中不動也。

勸及反勸之例

舟中之人、如推他舟、則己舟亦遠、如引他舟、則己舟亦進、反勸也、射擊鎗砲、則彈丸勸也、鎗身向後退者反勸也、其他如鳥之飛時、以翼打空氣、泳水之時、推水至後方者、皆藉此作用也。

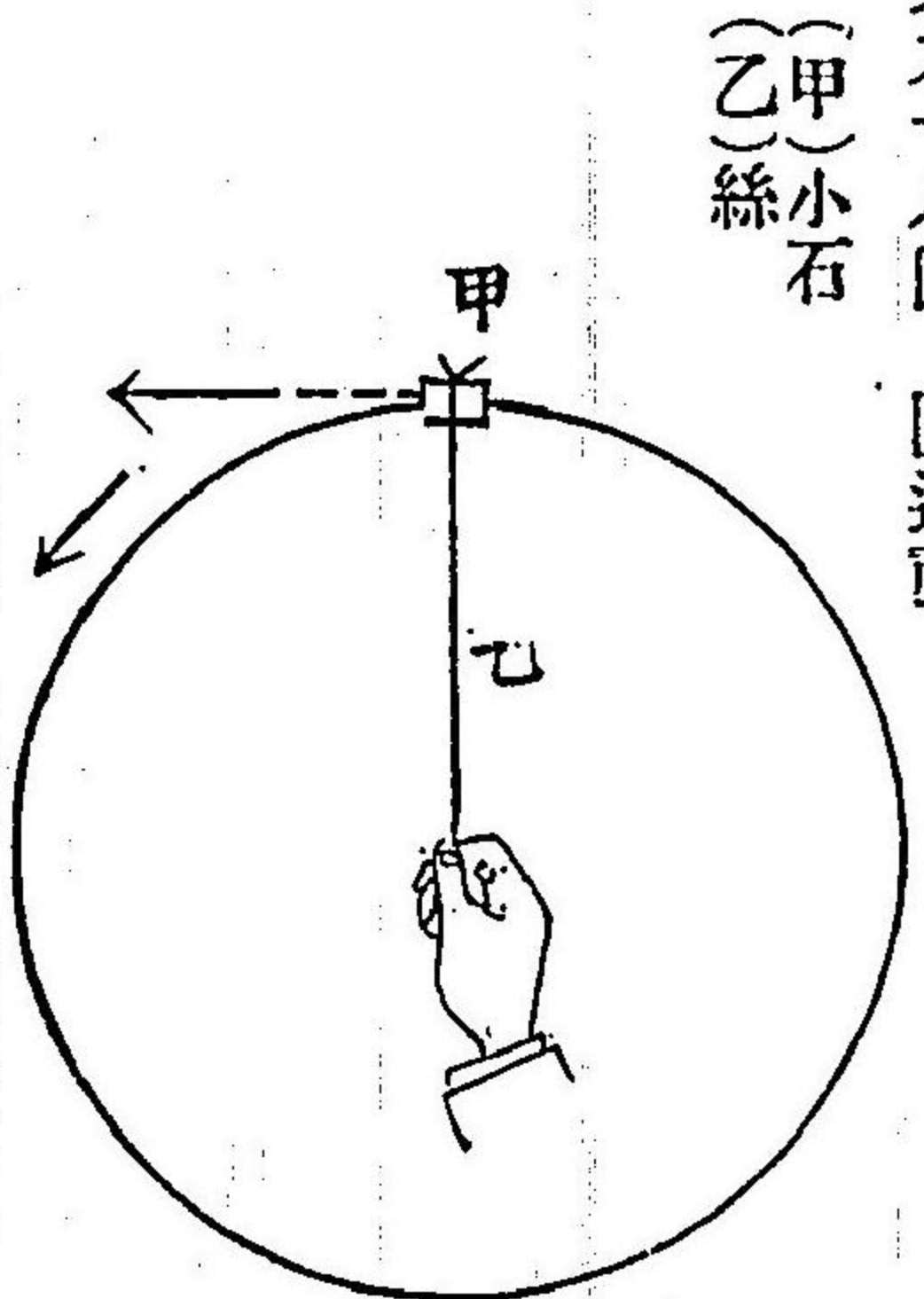
### 第五節 圓運動

圓運動 遠心力及求心力

以絲結石、迴振之、則絲必緊張、若以橡皮條子代絲、則條子必延長、是力曰遠心力、反之、引向中心之力曰求心力、物體雖欲直線進行、而中心引之不絕、至成圓運動、故斷絲、則其所進行之方向、

遠心力之例

第九十八圖 圓運動



石與線必成直角(第九十八圖)、人在圓形池邊疾走時、身體必向內方傾斜、即由遠心力身體將投出外方故也、火車軌道至灣曲部分、外方必高、內方必低者、亦由此理也。

### 第六節 槓杆

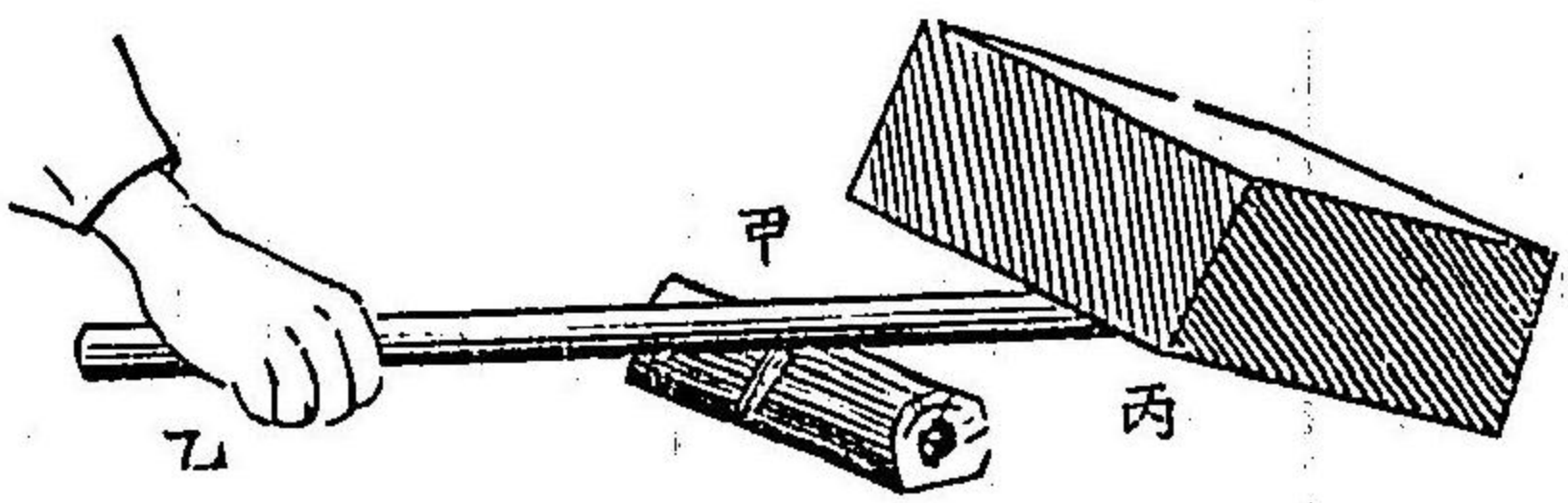
槓杆

槓杆之種類

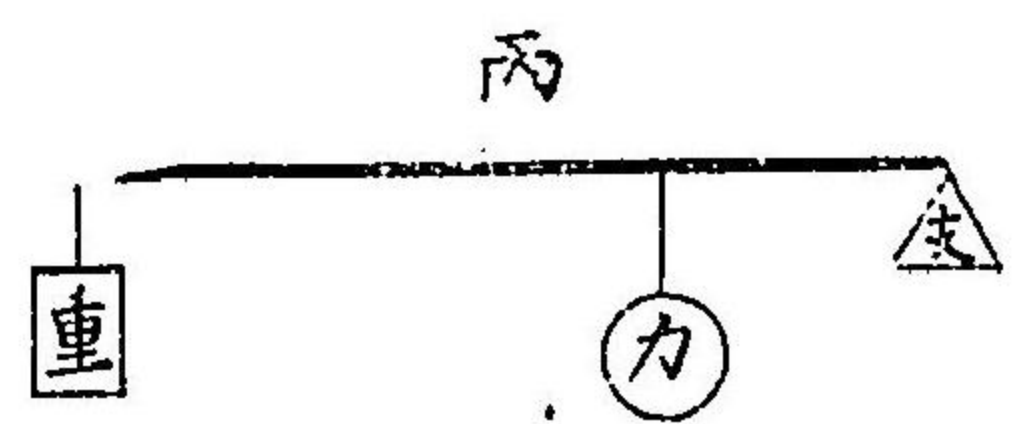
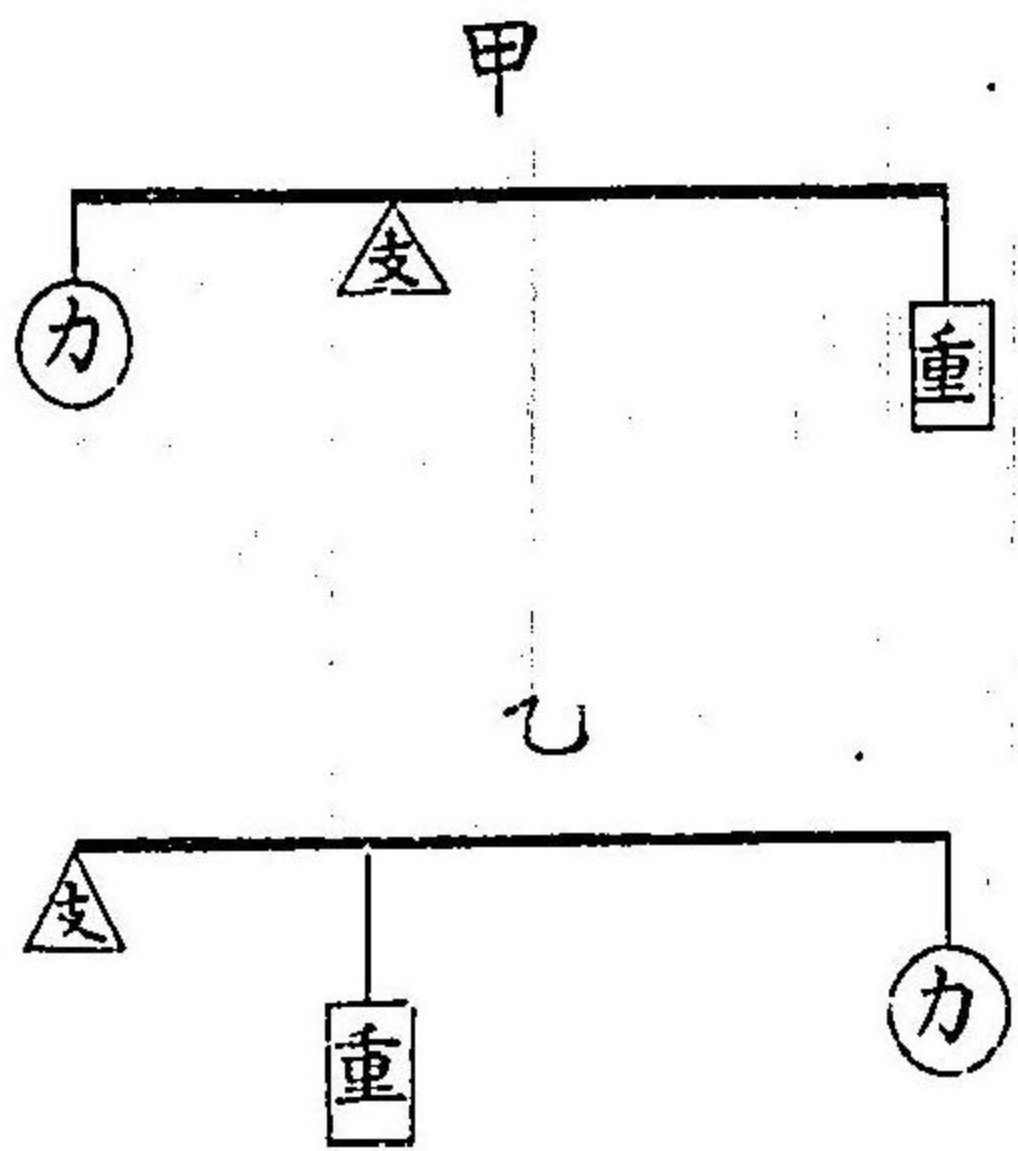
如第九十九圖、欲移動重量木石、先橫堅牢之棍、支其一點、是曰槓杆、其所支之點、曰支點、運力之點、曰力點、重量所係之點、曰重點、上圖甲為支點、乙為力點、丙為重點、力點所加力之大小、與重點所現力之大小之比、係自支點至力點之距離、與自支點至重點之距離、為反比例、譬如支力兩點之距離為五、支重之距離為



第九十九圖 槓杆

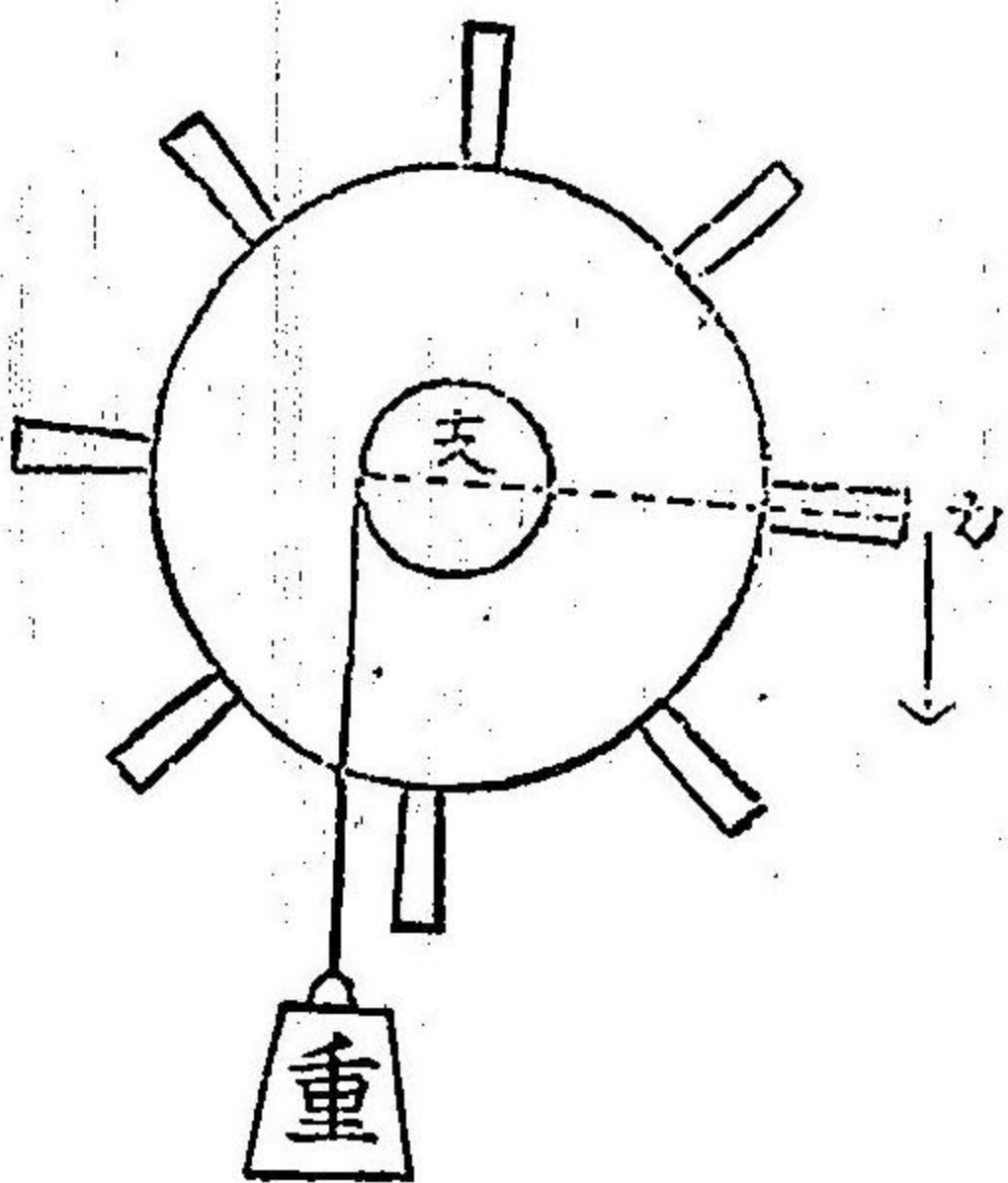


圖百第 槓杆之三



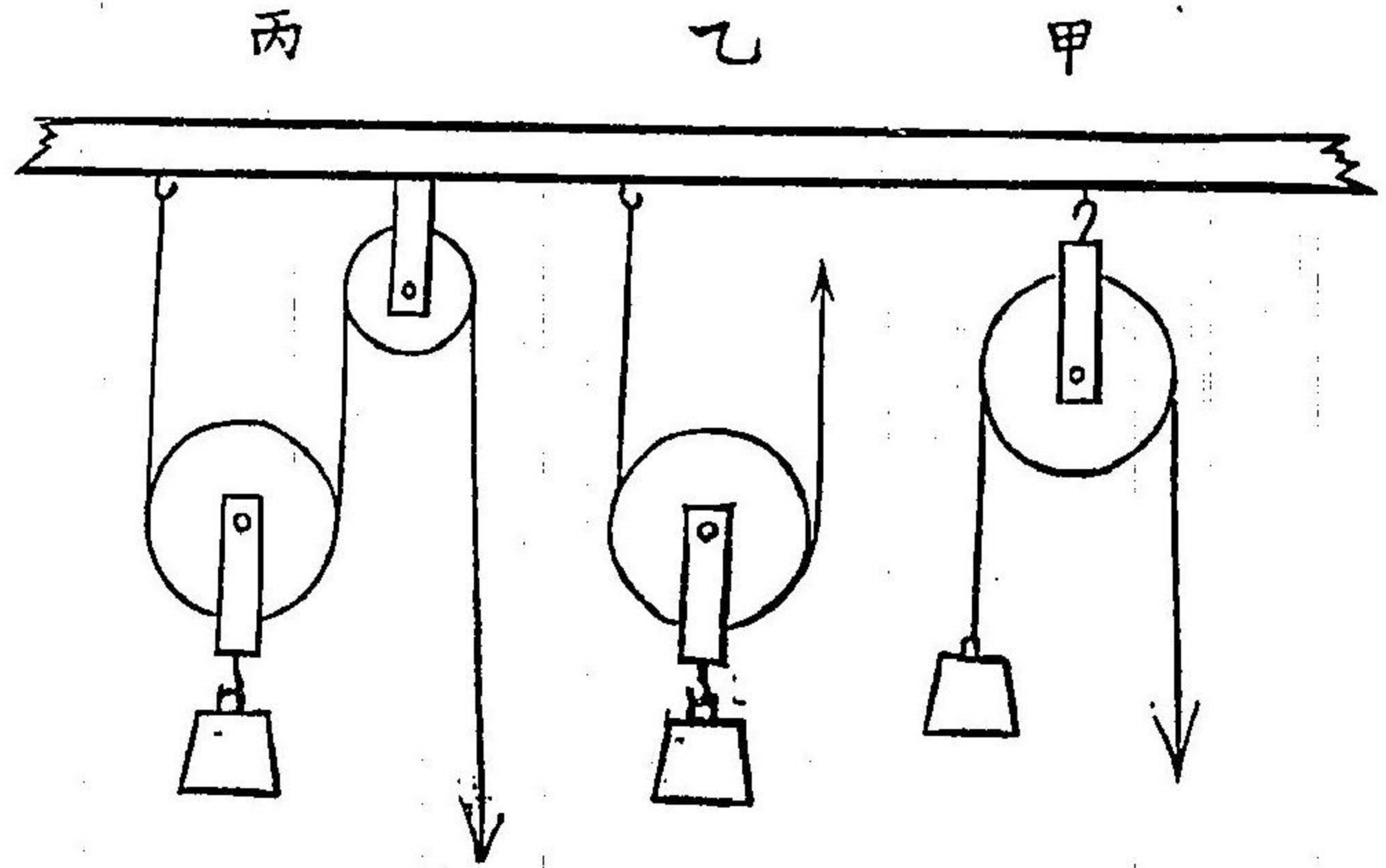
一、則力點  
用力一、重  
點即現力  
五也、槓杆  
因支重力  
三點位置

圖一百第 輪軸



之差、有三種區別、第  
一種如第百圖甲、支  
點在中央、木鈹天秤  
等屬之、第二種如乙、  
重點在中央、藥剪、食  
齒等屬之、第三種如

第二百圖 滑車



丙、力點在中央、鋸子、扇子等屬之、吾人  
身體之諸關節、為槓杆之支點、而筋肉  
力點也、故諸種運動、皆由槓杆之作用  
也、  
輪軸第一種槓杆之變形也、係輪與軸  
所成、互相固着、同時回轉、(第百一圖、試  
以繩附軸、而繫重物、用力迴轉之、雖小  
力、必能運動重大之物也、  
滑車、係於輪之周圍作溝、而纏繩其中  
也、可用之引上重物、有二種、一如第百  
二圖甲、滑車固定、而備變力之方向、支  
點在力重二點之間、故力之大與重量

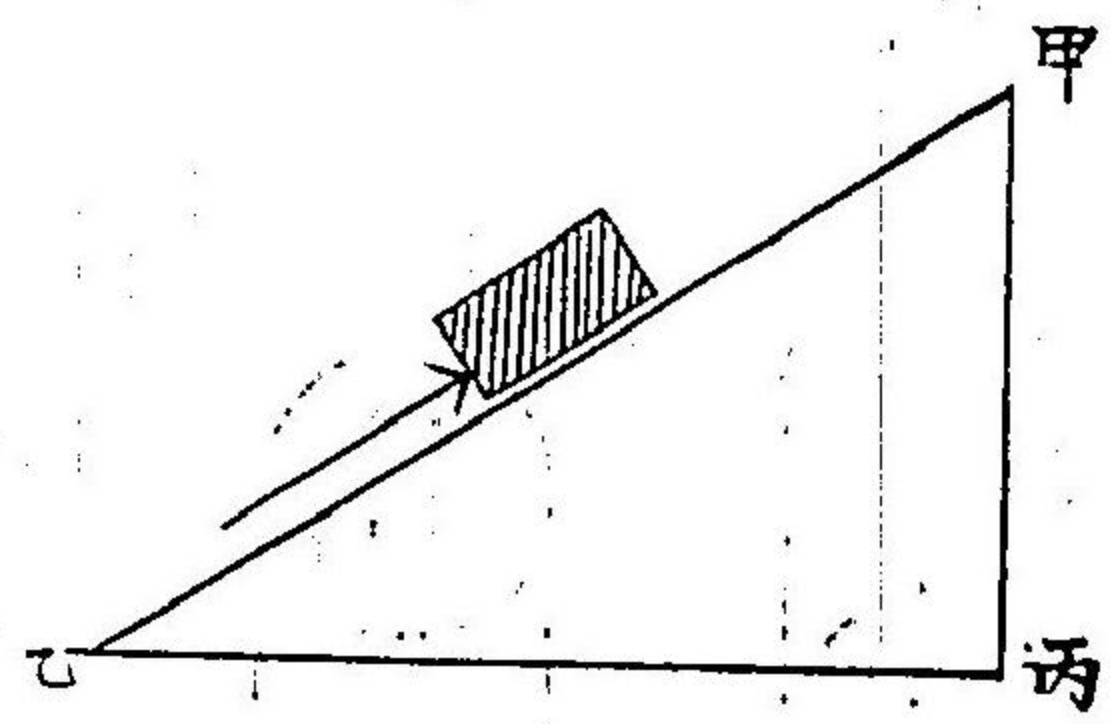


相等，一如乙，能動者，支重點之距離為支力之距離二分之一，故用力一，與重量二平均，是曰動滑車，動滑車通常與定滑車結合（丙）用之，動滑車第二種槓杆之變形也。

### 第七節 斜面

斜面

第三百三圖 斜面



斜面，即自水平傾斜之面，當移重物於高所，緣其面推上，或引上，所用之器械也，如第三百三圖，甲乙為斜面之長，甲丙為高，則加斜面之力與重之比，即斜面之長與高之反比也，譬如長為十，高為一，則一力可與十重平均，登高山時，不直行而迂迴者，即應用斜面之理，雖省力，要多費時間也。

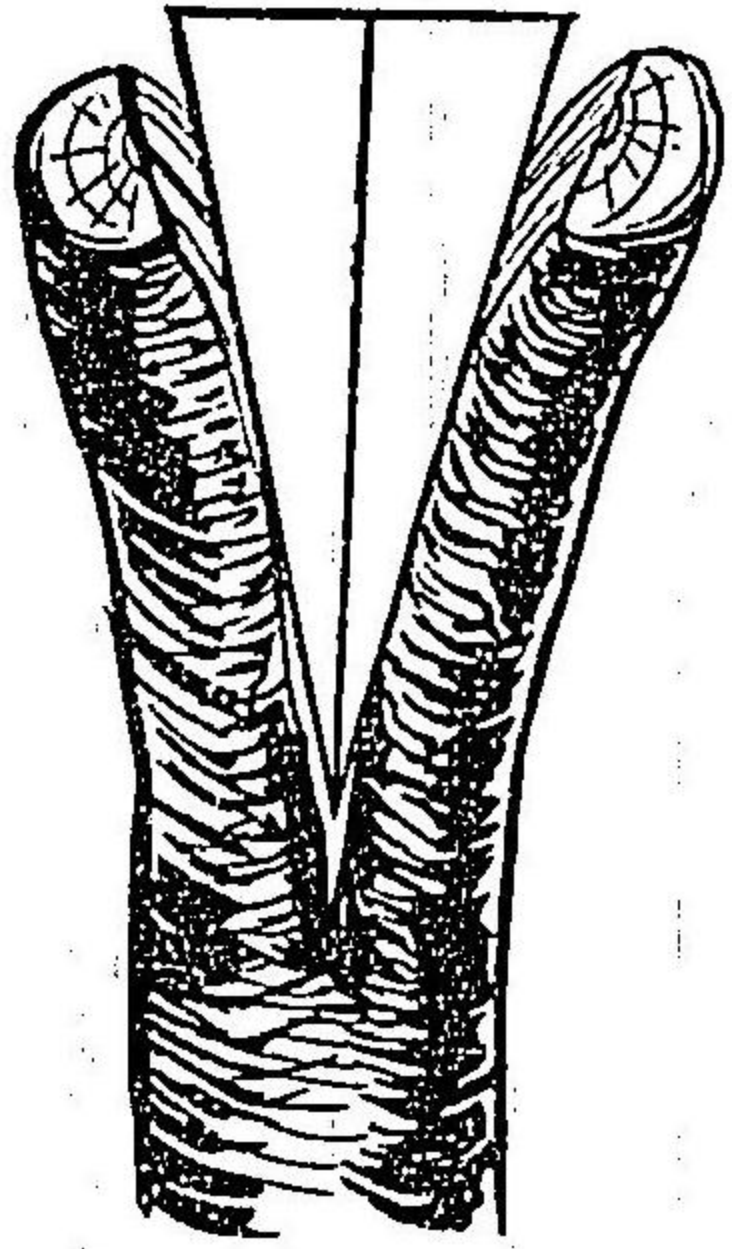
楔子

楔子，即因斜面之用處異而別名之也，其作用全與斜面同，以木

楔子之應用

或金類作之，第百四圖，藉以破開木材，及石材，楔子愈尖銳，則愈省力，刀劍斧（第百五圖）庖刀等之刃類，或用劈物之金具，皆由楔子之理也。

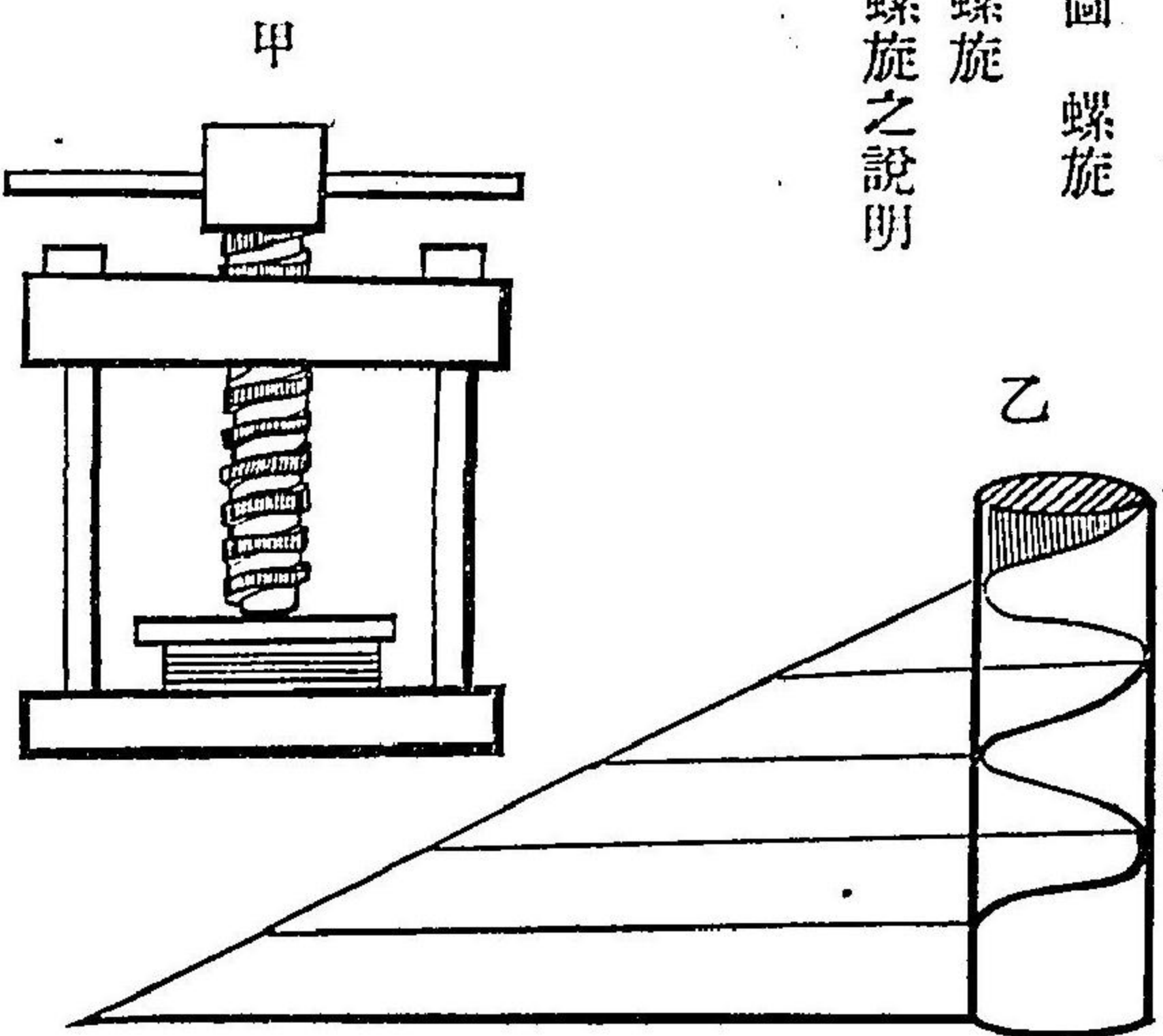
第百四圖 楔子



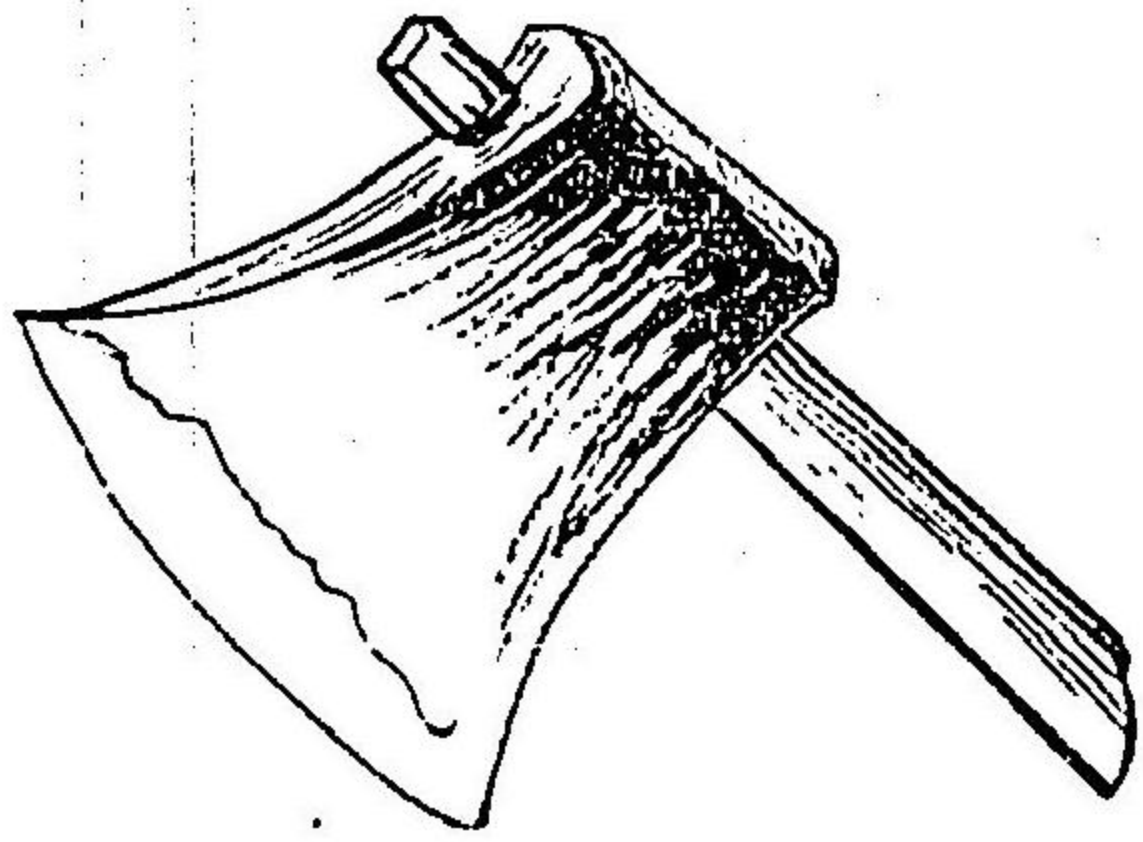
第百六圖 螺旋

(甲) 螺旋

(乙) 螺旋之說明



斧 圖五百第





螺旋

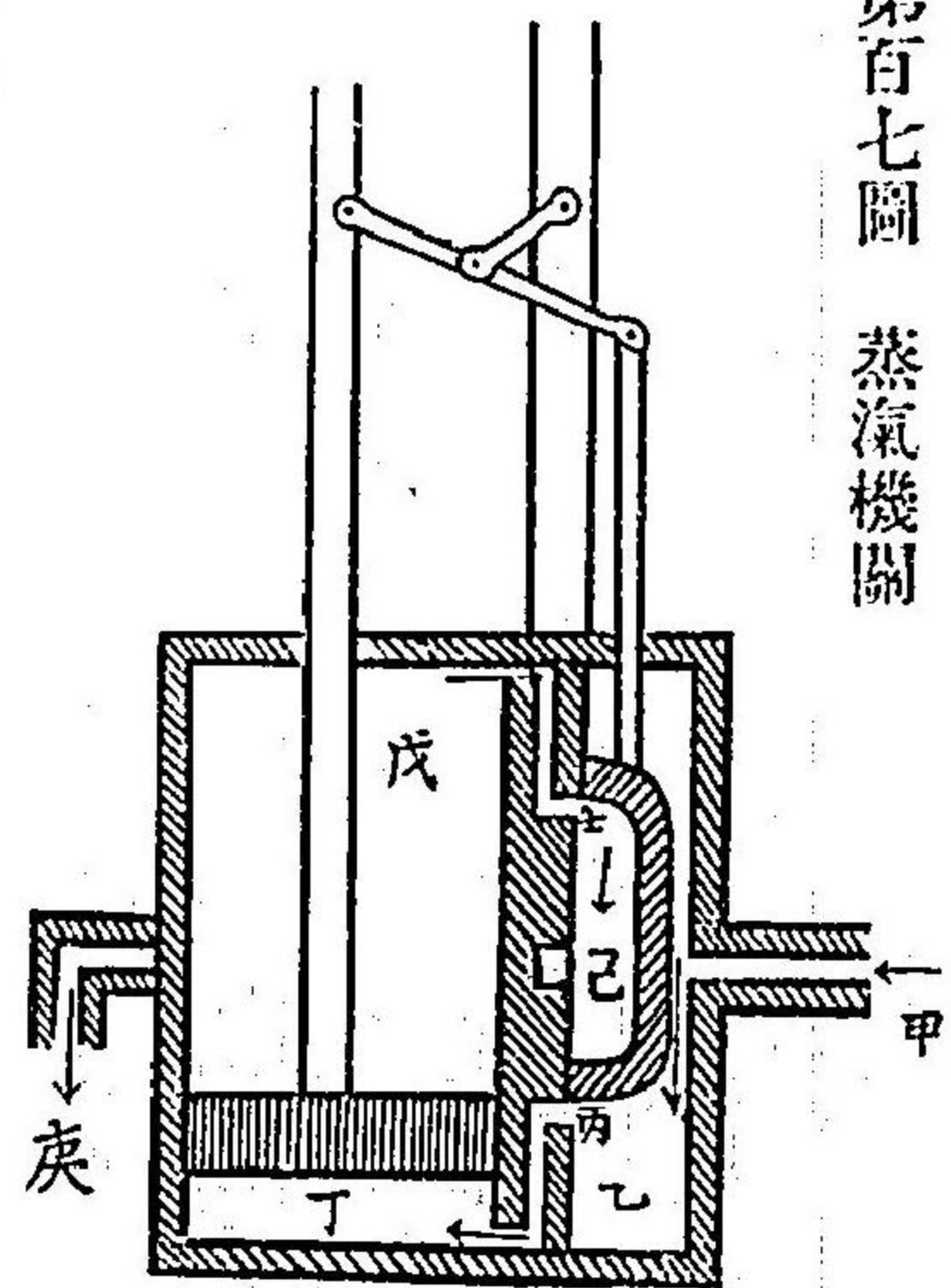
螺旋(第百六圖甲)當輸致重物或壓搾物體所使用者斜面之變形也如第百六圖乙切紙片為直角三角形卷纏圓木則成一陽螺旋有與之相應之凹狀螺旋是曰陰螺旋陽螺旋之進入陰螺旋內其理與楔子之進入木材中相同

### 第八節 蒸氣機關

蒸氣機關

蒸氣機關利用水蒸氣之膨脹力使迴轉器械之裝置也其主要

第百七圖 蒸氣機關



部即汽罐及備活栓之圓筒也第百七圖汽罐即為沸騰水發生水蒸氣之部今蒸氣自甲至圓筒乙內更自丙至活栓之下底丁則其張力直壓上活栓活栓上戊之水蒸氣入己自庚逃至凝結器內又

蒸氣機關之應用

活栓昇而達圓筒上部則滑辨辛即下而閉丙開壬故水蒸氣自壬入至圓筒之上部壓下活栓丁部之水蒸氣經丙己自庚入凝結器內而活栓下達圓筒之下底則滑辨即上開丙閉壬使活栓再上如斯以水蒸氣之力使活栓上下運動而更變此運動為迴轉運動即火輪船及諸種器械皆使用之



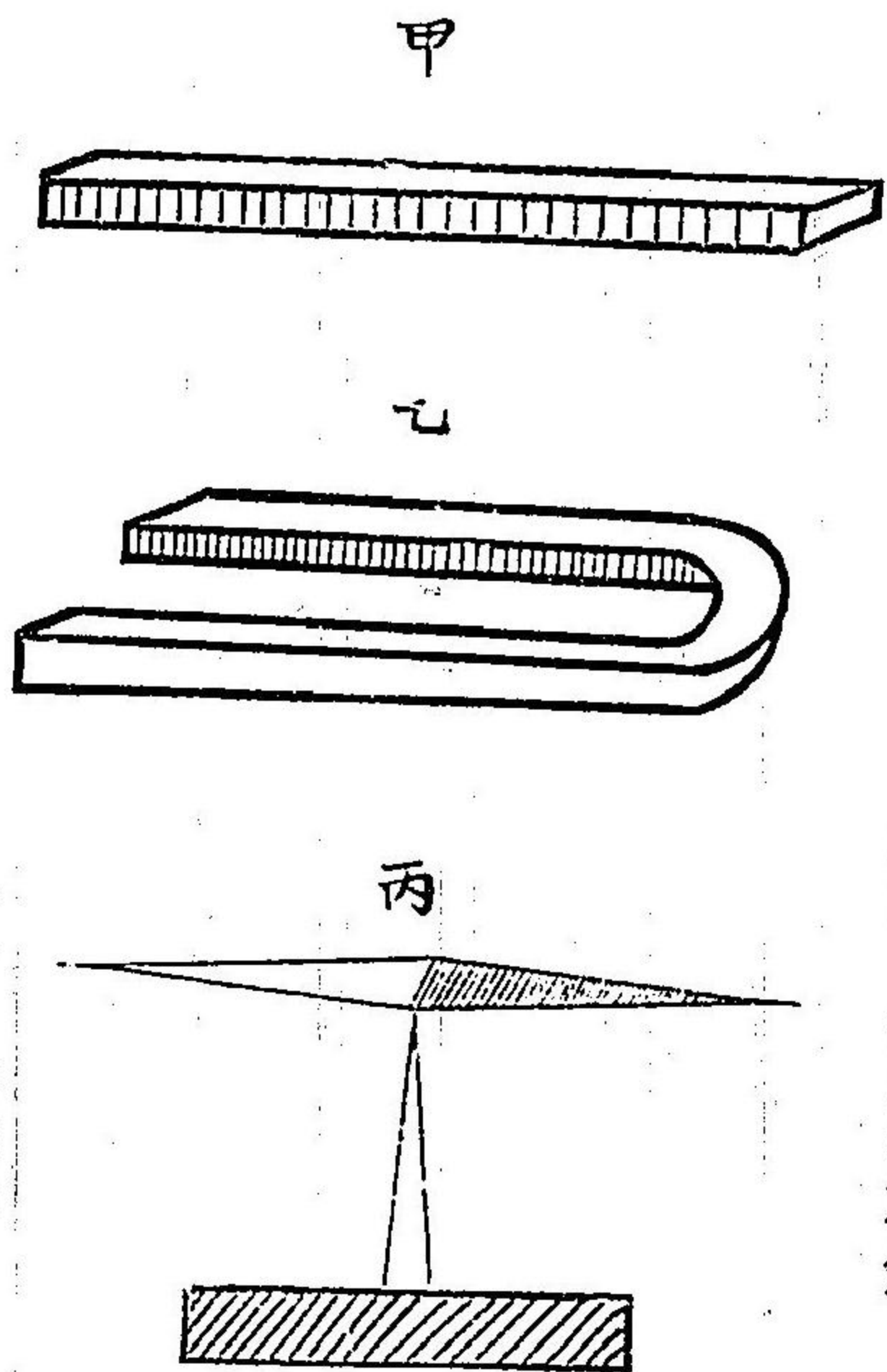
# 第十一章 磁氣

## 第一節 磁石

磁石之種類

第百八圖 人工磁石

(甲)棒狀磁石 (乙)馬蹄形磁石 (丙)磁石針



皆有吸鐵之性、任自由旋轉、則靜止而有指南北之性、

有天然帶磁氣性之礦石、曰天然磁石、酸化鐵之一種也、有藉人工付與磁氣性於鋼鐵者、曰人工磁石、形狀不一、棒狀者曰棒狀磁石(第百八圖甲)、馬蹄狀者曰馬蹄形磁石(乙)、針狀者曰磁石針(丙)、此等磁石、

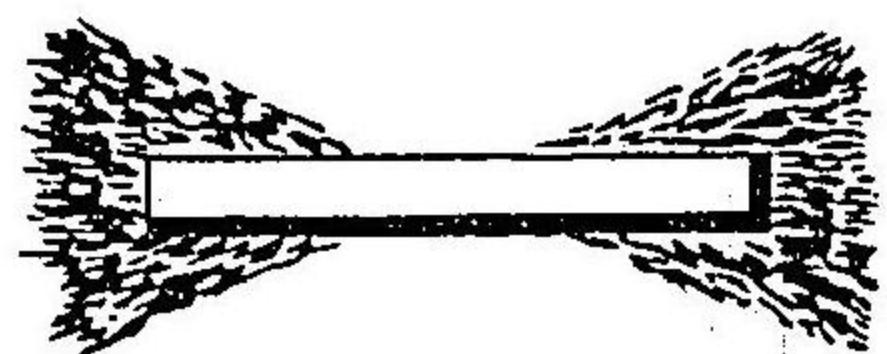
磁石之兩極

指南極及指北極

兩極之性狀

## 第二節 磁石之兩端

第百九圖 磁石之兩極

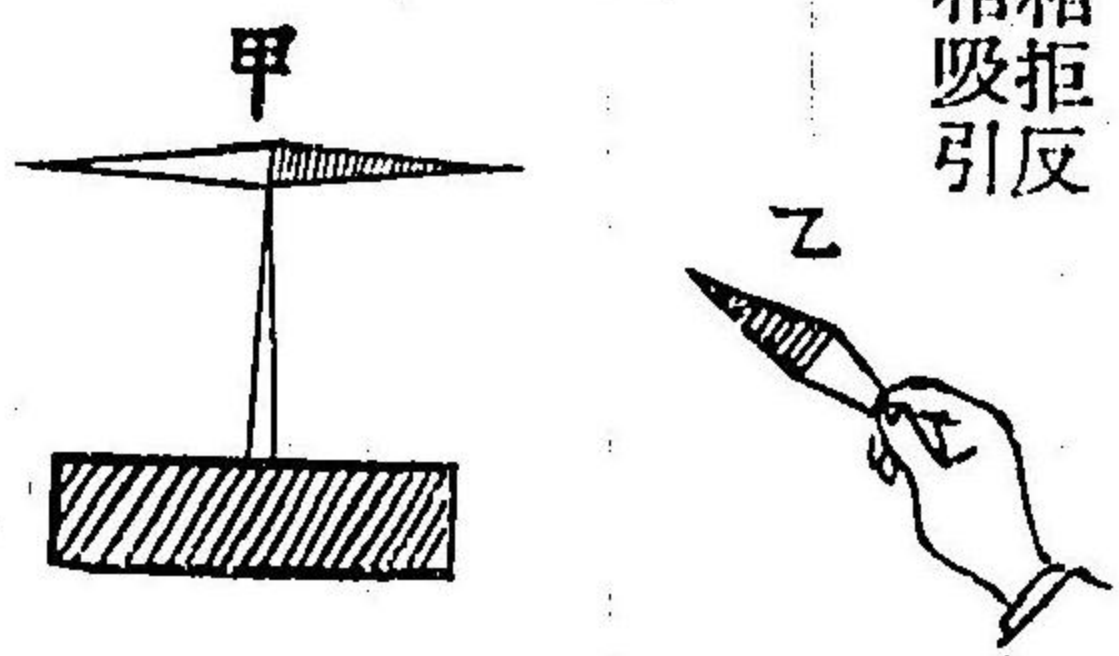


埋棒狀磁石於鐵粉中、探出之、則如第百九圖、見鐵粉之被吸引者、在兩端最多、從至中央遞次減少、故知磁石之兩端、磁氣最大、此兩端、曰磁石之兩極、

次取磁石針而支持其中央、使得自由旋轉之、必常指南北、指南之極、曰指南極、指北之極、曰指北極、次取甲乙二磁石針、先使甲針自由旋轉、俟其靜止、試以乙之指北極、近甲之指北極、則甲之指北極、必拒反、而磁石針必旋轉、若以乙之指南極、近甲之指北極、則甲之指南極、必吸引、而磁石針必向乙磁石針旋轉、次就甲之指南極、如前試乙之兩極、必見甲之指南極與乙之指南極、相拒反、而與乙之指北極相吸引、由是可知、同性之極相拒



第一百十圖  
同性極相拒反  
異性極相吸引



反、異性之極相吸引也(如第一百十圖)又試取鋼鐵之有彈力者、作成磁石、屈曲之重其兩極、則雖近鐵片而不吸鐵、若不重之、則各極皆能吸鐵、由是可知、磁石兩極之性、不啻反對、且其強度等也、

### 第三節 磁氣之感應

磁氣之感應

茲取磁石、置鐵片於近傍、則如第一百十一圖、鐵片、於其兩端、即生極、吸着鐵粉、而一端之對磁石指北極者、反生指南極、又一端反之、生指北極、鐵片若軟鐵而去磁石、則如初失磁氣性、當不吸附鐵粉、凡如此、鐵片在磁石近傍、即成一時磁石者、曰磁氣之感應、若又為鋼鐵、則難帶磁氣性、苟一旦

第一百十一圖 磁氣之感應

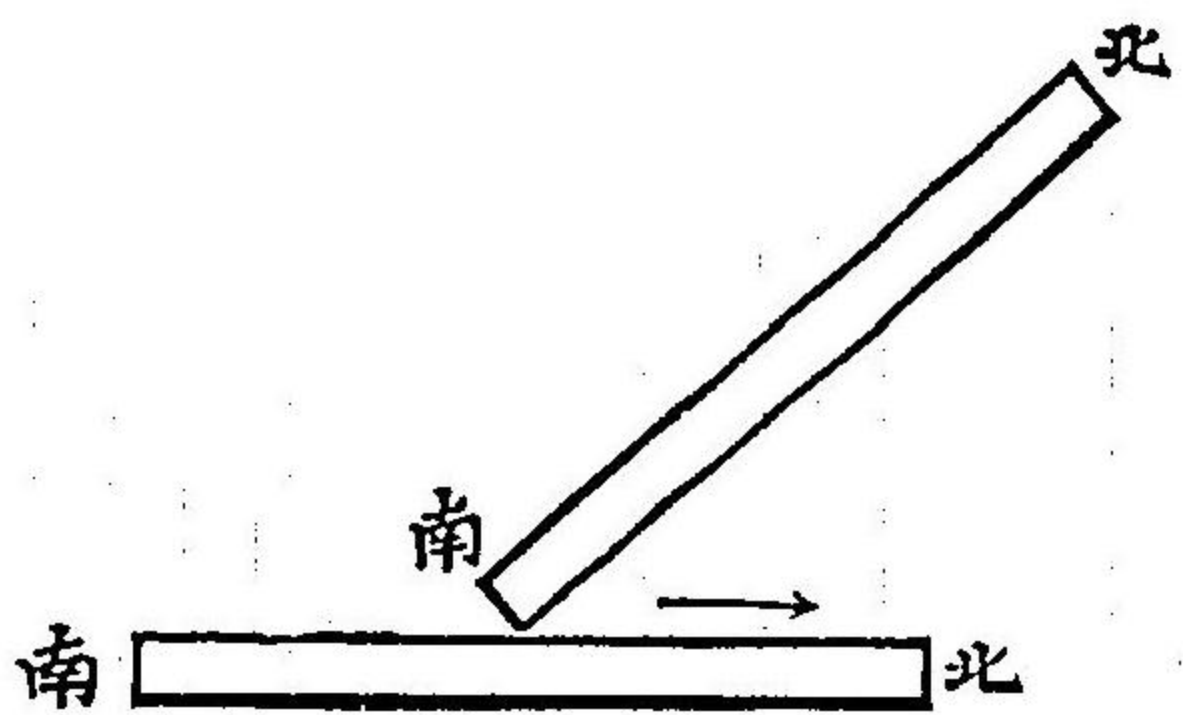


帶之、縱去磁石、其性永不消失、鐵粉之附着磁石、亦由此理也、

### 第四節 磁石之製法

磁石之製法

第一百十二圖  
磁石之製法



軟鐵、雖一時能得磁氣性、然不能久存之、故作磁石、以付磁氣性於鋼鐵為常、其製法不一、  
(一)先取鋼鐵、平面安置、以磁石之一端、自鋼鐵之一端向他端、摩擦數回、則鋼鐵化為磁石、但摩擦之方向、常要同一、而摩擦之終端所生之極、與磁石之始端、其極相反(第一百十二圖)、

(二)如前平面安置鋼鐵、使磁石之一端當其中央、向其右端摩擦、離開鋼鐵、更如前摩擦數回、次以磁石他端、當中央、向左端摩擦、如前數回、則右端所生之極、與磁石之一端異、左端所生之極、則與之同、

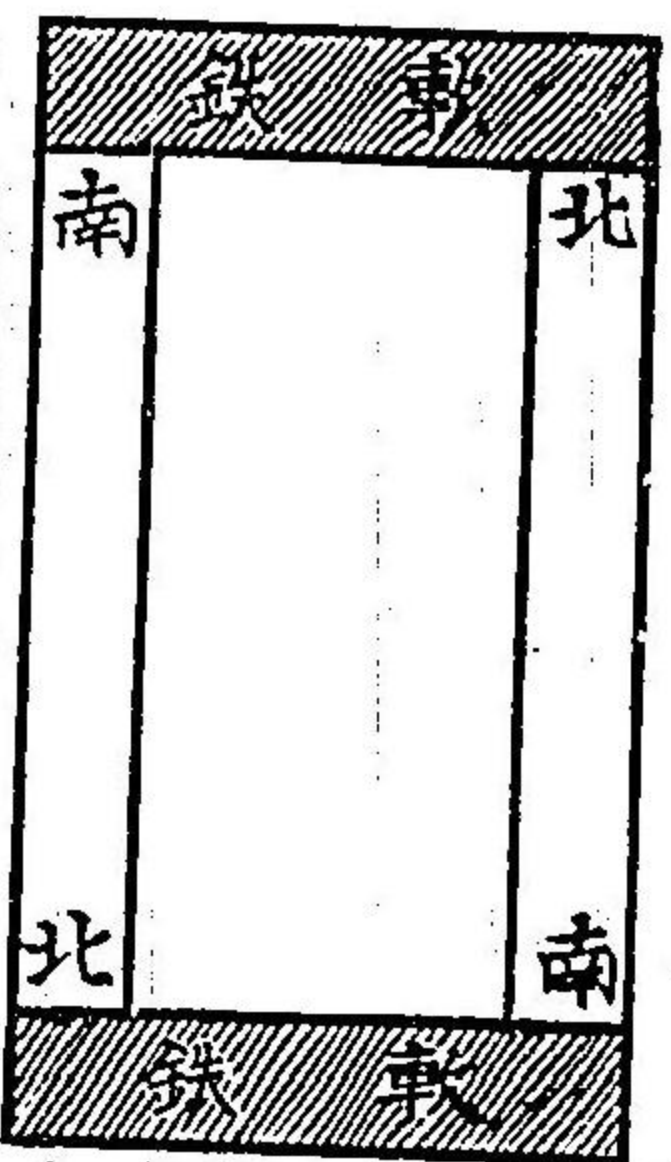


強力磁石之製法

然欲作強力之磁石，則要通電氣於鋼鐵之周圍，當詳說後節電氣之篇。

磁氣之減少

第一百十三圖 磁石保存法



磁氣逢熱氣及激動，則其力減少，試強熱磁石，則不能吸鐵，又打激磁石，則不能引鐵粉，欲磁石不失磁氣性，保存之法，使二個磁石之極，反對相向平行置之，其兩端宜添軟鐵板（第一百十三圖），如馬蹄形磁石，則於兩極添付一鐵片可也。

磁石保存法

### 第五節 地球之磁氣

地球之磁氣

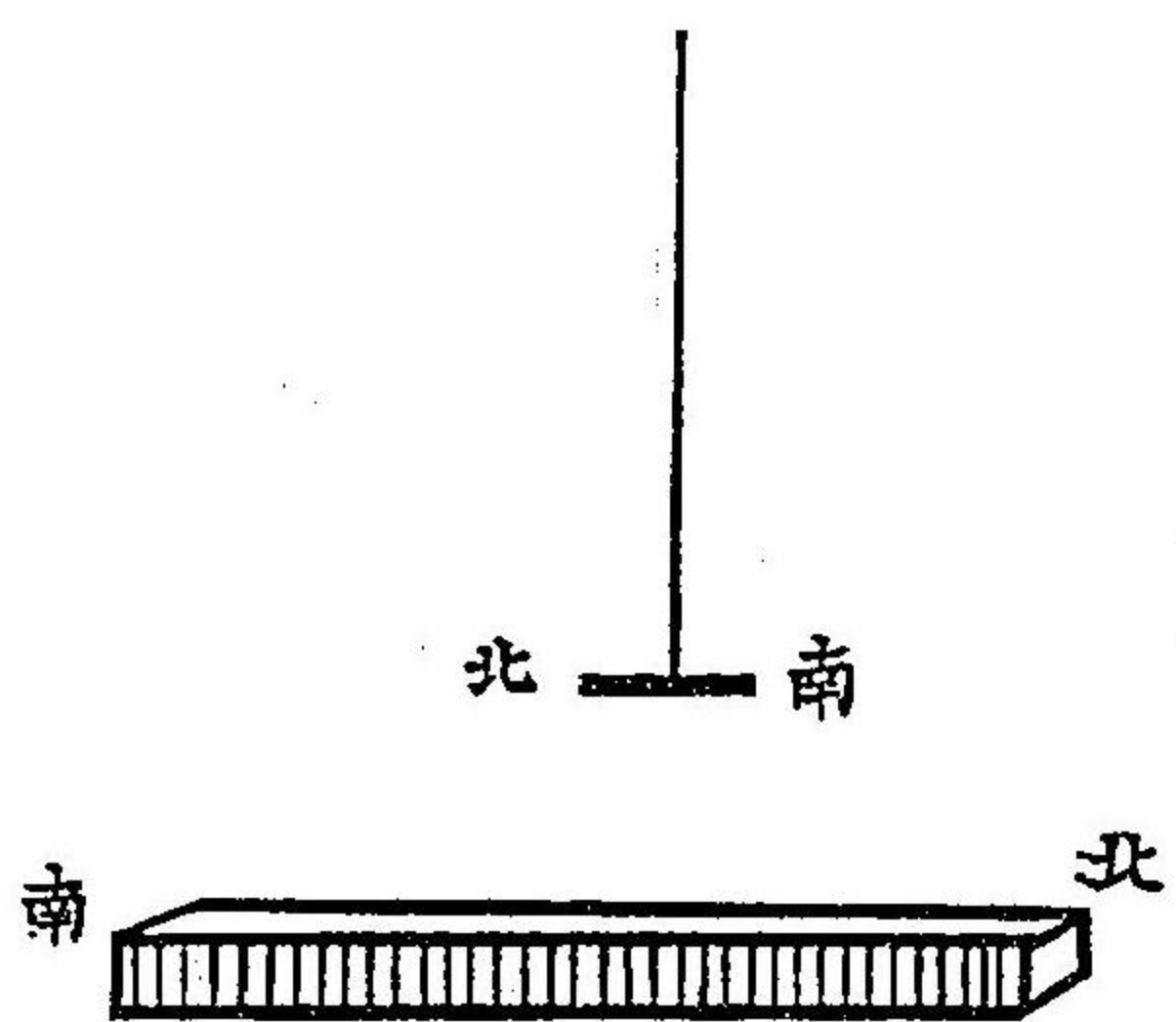
如第一百十四圖，橫置磁石，上垂磁石針，則磁石針與磁石，必取平行之位置，靜止不動，而以異性相吸，同性相拒之故，知磁石針之指南極，其所向為磁石之指北極，又磁石針之指北極，其所向為

羅針盤之效用

航海用羅針盤

第一百十四圖

地球磁氣之說明法



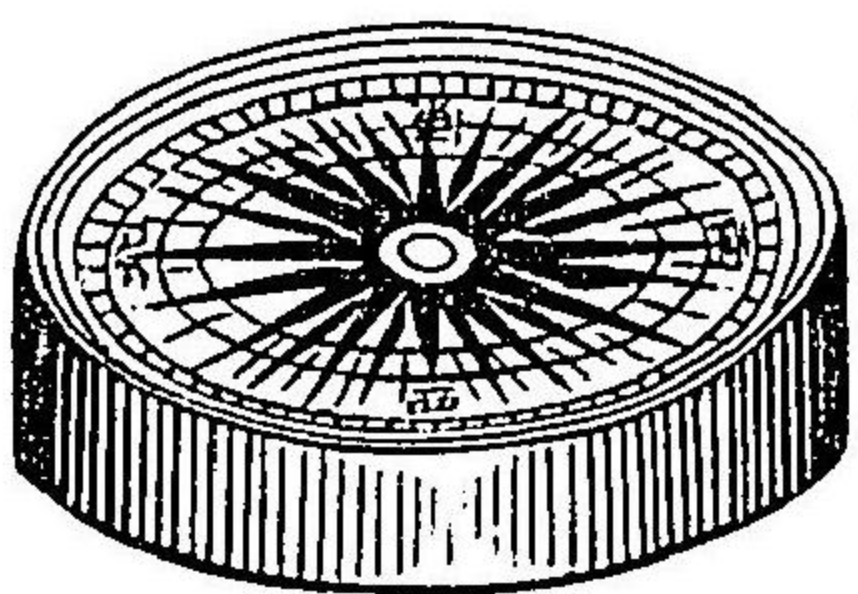
磁石之指南極也，由是推之，地球內部，必橫有極大磁石，其兩端存在南北，故地球之磁石針，皆受其作用，據異性吸引同性拒反之理，常取平行之勢，靜止不動，而指南北也。

### 第六節 羅針盤

磁石針，常指南北，故旅行者、航海者，藉此得知方向，航海者所用之羅針盤，即用以察航路者也，其裝

第一百十五圖 羅針盤

置，常保平面之位置，使船之動搖無關，放在圓形函中，以示三十二方位，輕圓板，貼布於磁石針面，但要使此器不摩擦也，而器之內側，附記號與船首之方向同樣，故察對此記號圓板上之方向，則



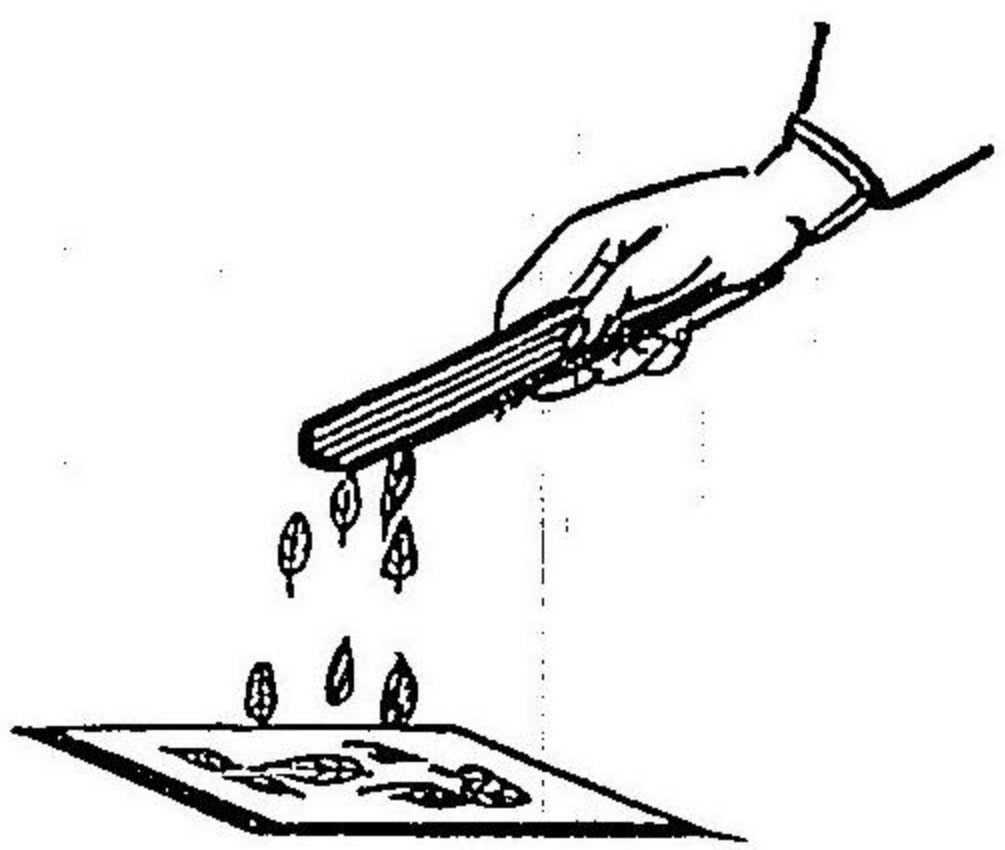


知船所進行之方向如何(第百十四圖)

### 第十二章 電氣

#### 第一節 發電

第百十六圖 發電體



試以爪甲摩擦乾紙、使近煙草粉末、必被吸付於其紙上、又試烘乾木片以頭髮摩擦之、亦必能吸引輕物體(第百十六圖)、其他如以乾毛巾摩擦樹脂、硫黃、琥珀等類、或以絹布摩擦玻璃棒、皆能吸引輕物體、凡摩擦物體而吸引輕物體、則曰發電、其物體曰發電體、以手逆摩擦貓皮、即發音、在暗夜、必發光、是亦由發電也、

#### 第二節 電氣之導體及不導體

電氣亦如熱、隨物體有傳之者、與不傳之者、甲曰導體、乙曰不導

發電體

發電



電氣之導  
體及不導

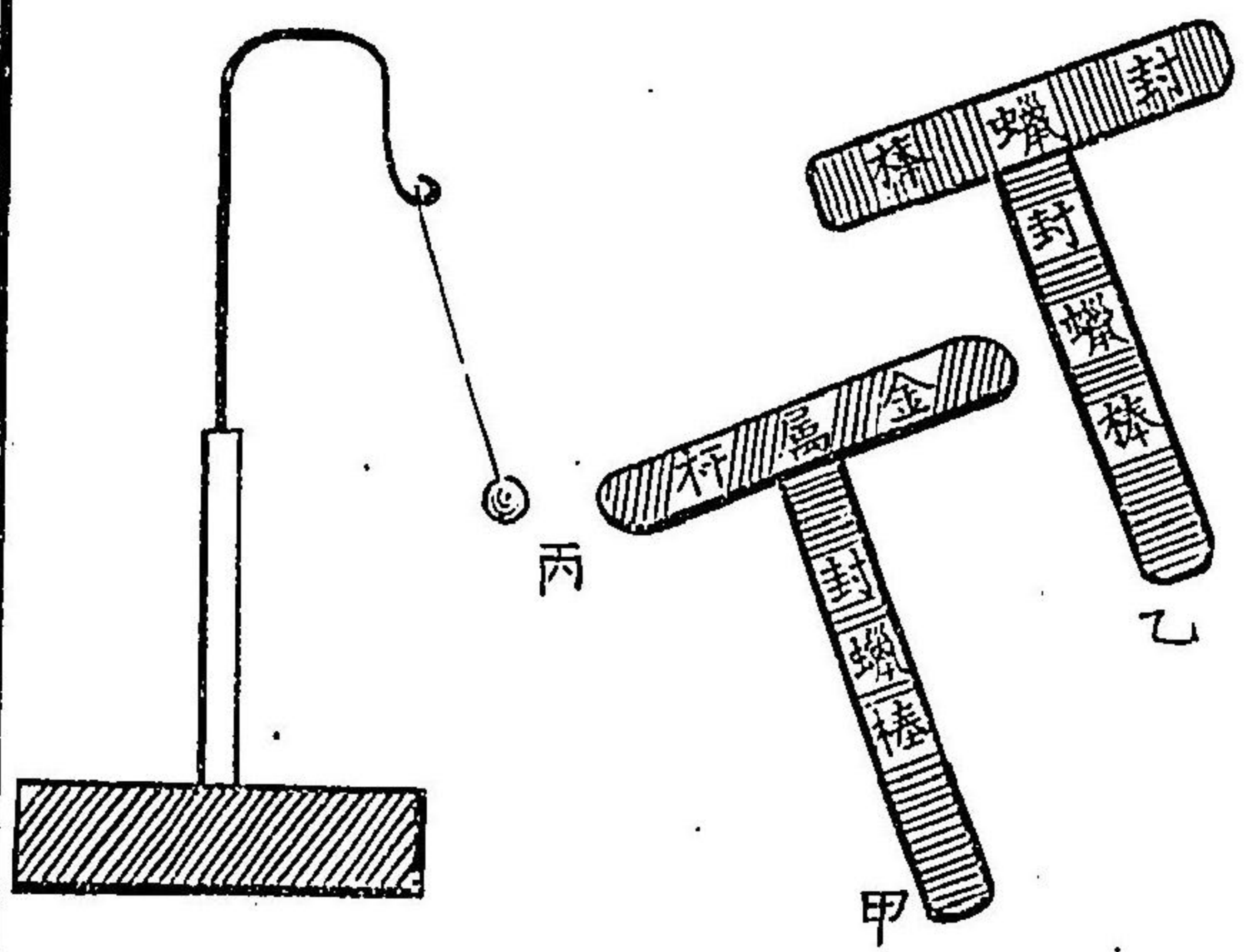
體、

導體	金類	炭	水	人體	濕潤物體
不導體	絹	玻璃	硫黃	乾燥空氣	毛布
	陶器	封蠟			乾燥紙

導體不導  
體之試驗

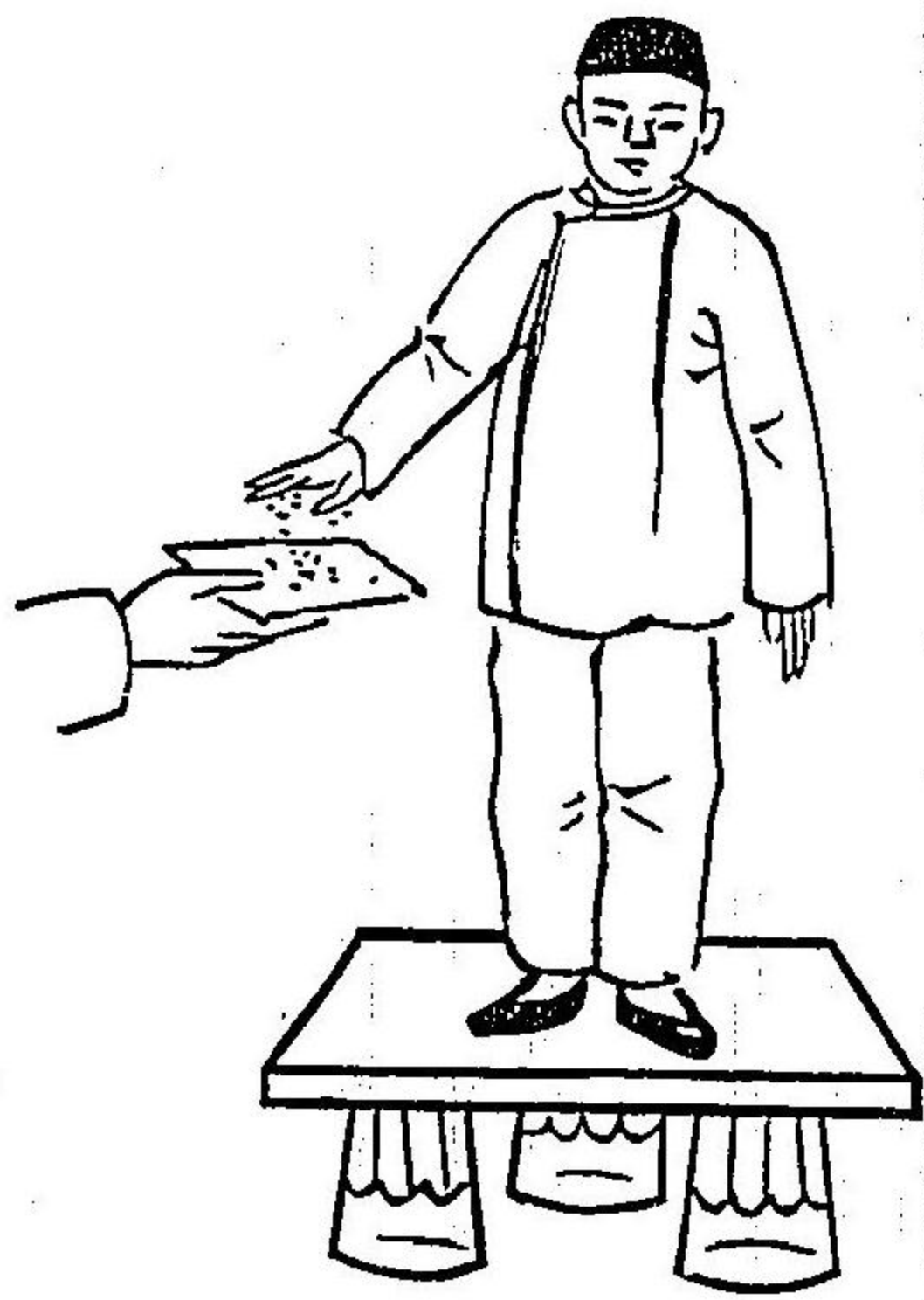
電氣逢濕潤空氣即逃散無存故  
試驗電氣必撰乾燥時節或以火  
爐乾燥室內、  
今付金類杆以封蠟柄(第百十七  
圖甲)使其近木心球(丙)即球必被  
吸引以其有電氣也次以他端驗  
之亦必吸引木心球由此觀之則  
金類杆為導體明矣、

圖七十百第 驗試之體導不體導



絕緣

代金類杆以硫黃或封蠟(乙)按前法試驗其觸發電體一端雖存  
電氣而他端則不存電氣由是可知硫黃或封蠟為不導體也、  
第百十八圖 絕緣臺



近之必見其被人體吸引也(百十八圖)

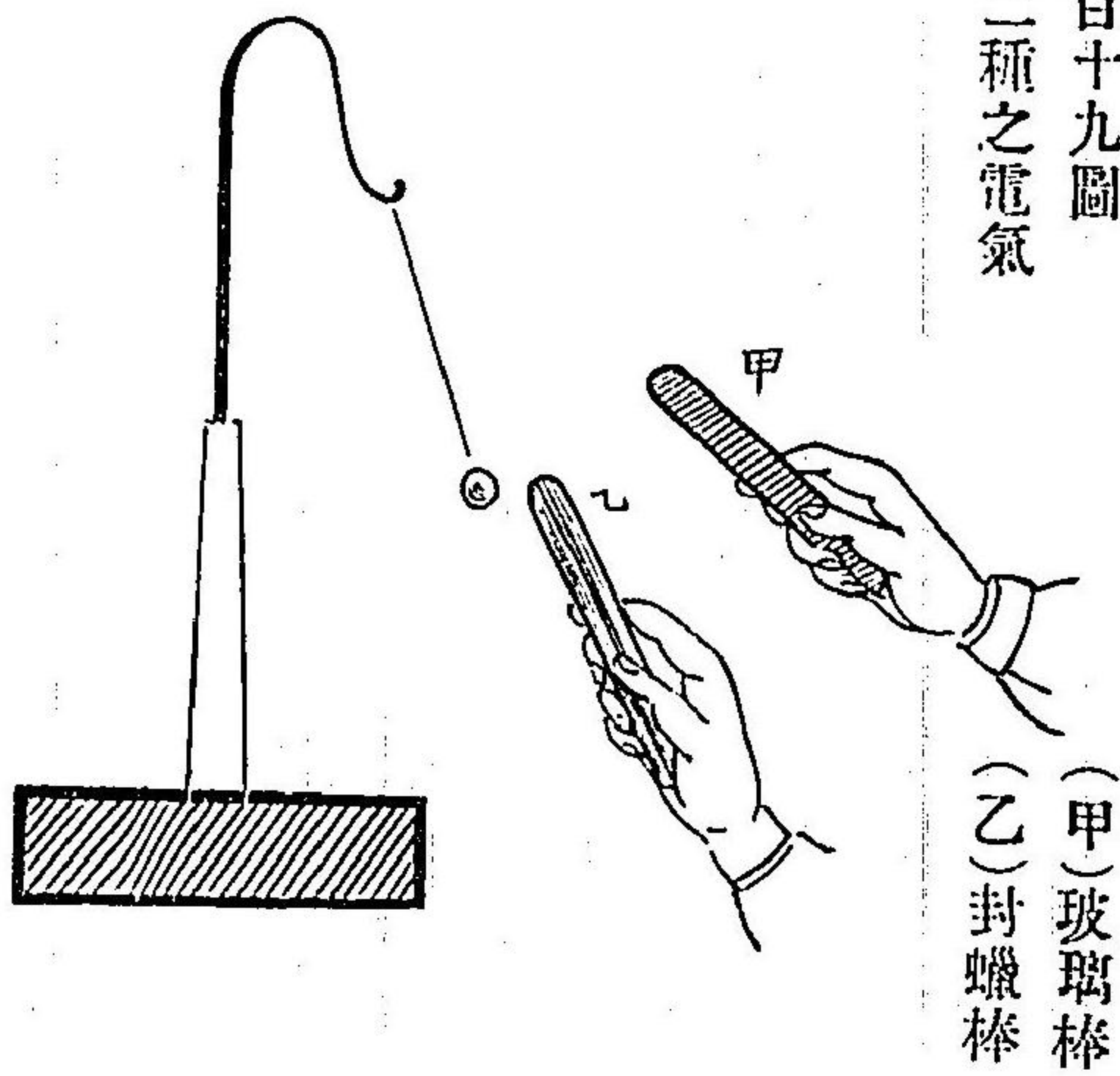
### 第三節 一種之電氣

如第百十九圖所示以絹布摩擦玻璃棒使近絹絲所垂之木心

二種之電  
氣



第一百十九圖  
二種之電氣



同性之電氣相拒，異性之電氣相吸，亦猶磁石也。其他使各種物體發電，近於為發電玻璃所拒之木心球，或吸引，或拒反之二種耳。而吸引木心球者，其性與發電封蠟同種，由是可知，凡發電體

球，初雖吸之，後必拒反。次以絨毛所摩擦之封蠟棒，近之，木心球必又被吸引。由此可知，玻璃棒所生電氣與封蠟棒所生電氣，其性質相異也。當初木心球之被拒反者，玻璃棒之電氣稍移於木心球，即為同性質之電氣，其被封蠟棒吸引者，是以異性之電氣存於木心球也。故知

陽電氣及陰電氣

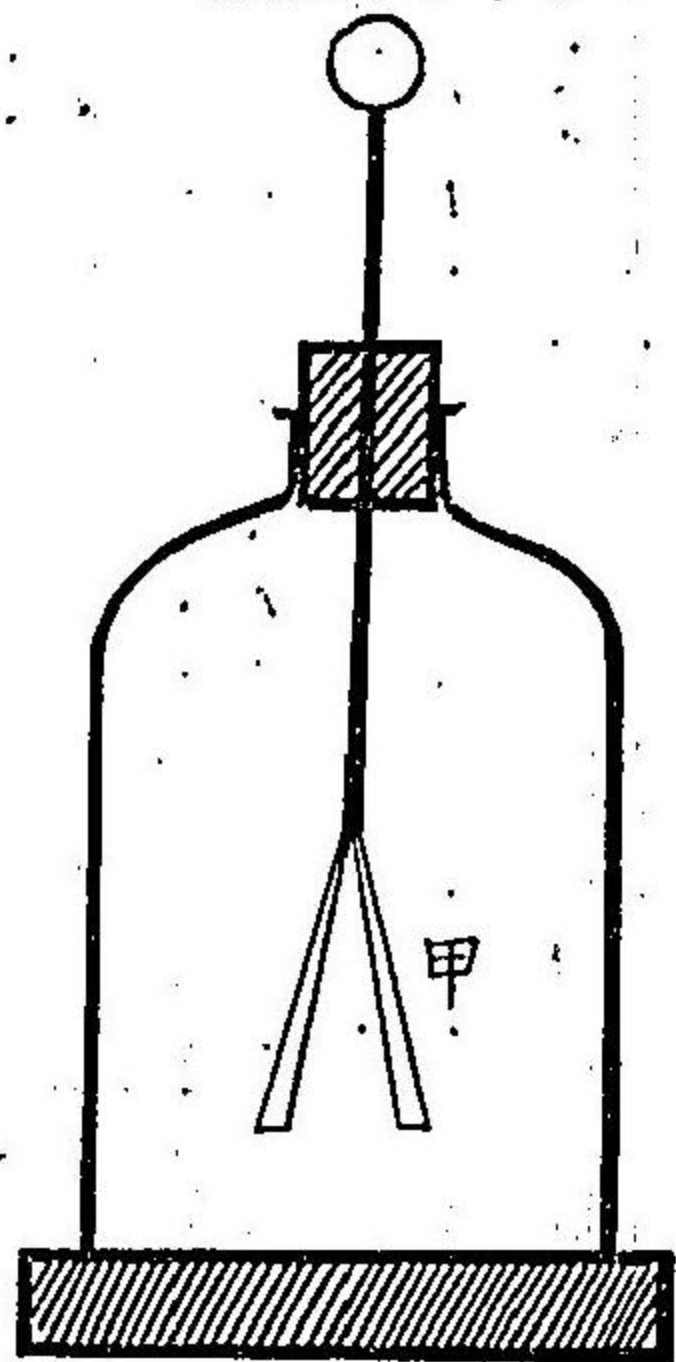
驗電器之構造

皆不外此二種電氣中之一也。玻璃所生之電氣，曰陽電氣，封蠟所生電氣，曰陰電氣。電氣之種類，由物質不一定，如摩擦二物體，則甲體生陽電氣，乙體生陰電氣，任取表中二物體，互摩擦之時，則一發電為陽，一發電為陰。

貓皮 羅紗呢 玻璃 絹布 封蠟 硫黃  
玆譬以貓皮摩擦玻璃棒，則貓皮生陽電氣，玻璃棒生陰電氣，次以絹布摩擦玻璃棒，則玻璃棒生陽電氣，絹布生陰電氣等是也。

### 第四節 驗電器

第一百十二圖  
驗電器 金箔(甲)



驗電器，即驗電氣之有無及其性質之器械也。裝置簡單，如第一百十二圖，由玻璃瓶之口部所插下之金類棒之下端，垂金箔二張，其上



驗電之法

端附球狀金類、今試以發電體、觸其上端球部、金箔即向兩邊張開、是因有同種電氣也、金箔固甚輕、雖發電弱者、容易驗之、且由金箔張開之廣狹、得察電氣之強弱焉、

次以陽發電體、觸驗電器之球部、使金箔開、再以他發電體、近其球部、使金箔閉、則知此發電體、為陰電氣、以其異種電氣相吸、金箔之陽電氣、為陰電氣所吸引、集於球部、金箔以無電氣閉也、若發電體近球部、依然金箔開、則知其為陽電氣、

第五節 電氣之配布

電氣之配布

取穿如銅錢大孔之金類空球、載於絕緣臺上、使發電體觸之、與以電氣、試以玻璃柄絕緣之金類球、觸其內面、以驗電氣、不見有電氣、若觸其外面驗之、則有電氣、(如第二百二十一圖、)

次置如第二百二十二圖以麻所作之圓錐形網於絕緣臺上、以絹

電氣存於物體之表面

第二百二十二圖

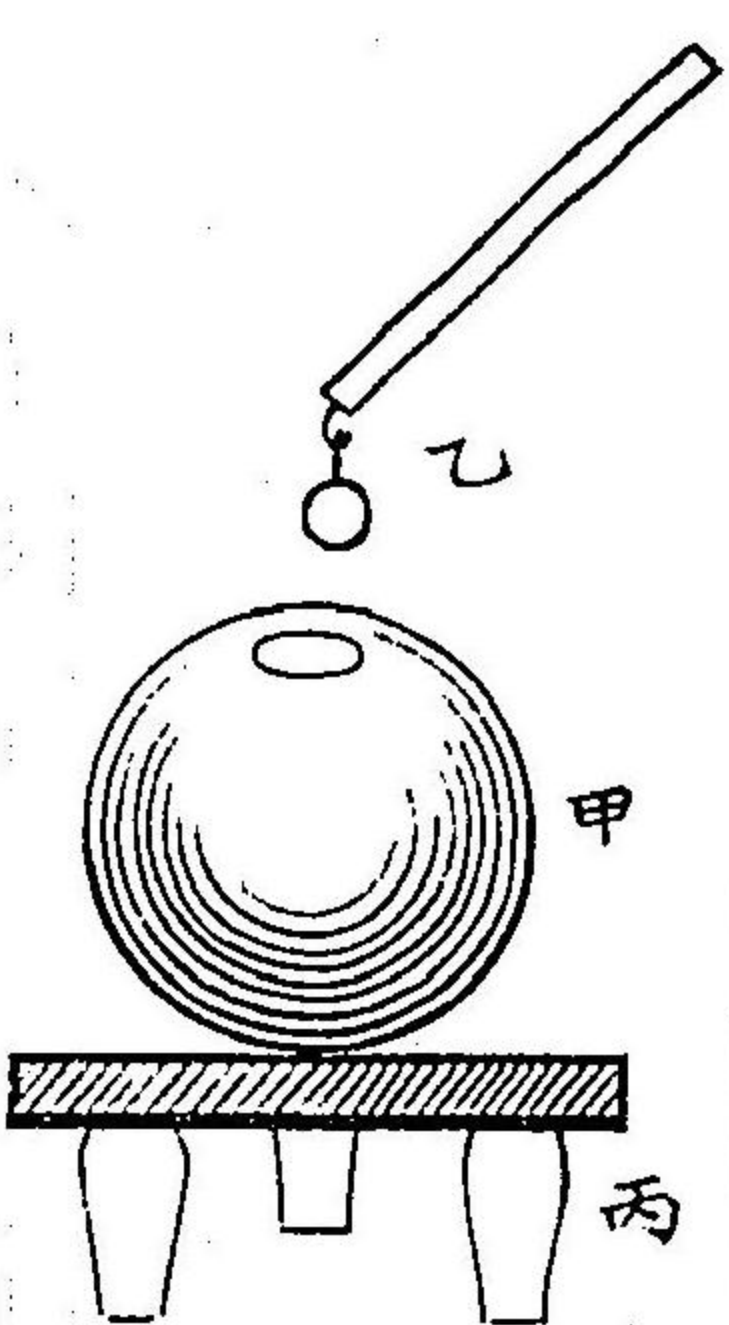
電氣之配布試驗二



(甲)麻製之網  
(乙)絕緣臺

第二百二十一圖

電氣之配布試驗一



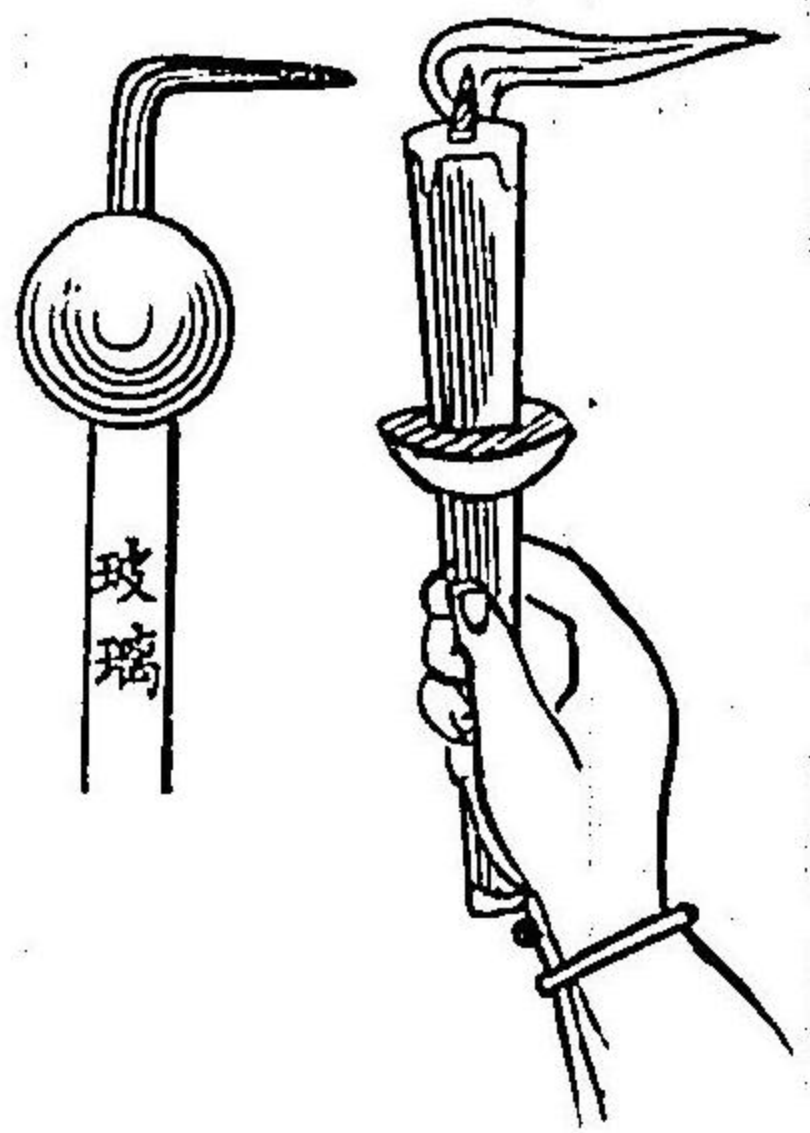
(甲)金類空球  
(乙)絕緣之金類球  
(丙)絕緣臺

絲貫底、施電氣於此、以絕緣之金類球、驗電氣有無、則知內部無電氣、惟外部有之、次以底下所附之絹絲、急抽之、翻展其外部為內部、則電氣不在內部、而在外部、由是觀之、可知電氣惟存於物體之表面也、導體若為球形、則電氣雖一樣配布於表面、若為卵形棒狀、則電氣集於突出之端矣、故蓄電氣必用球形導體、如導體之一端尖銳、則電氣之集甚多、遂散於空氣中、故散電氣、必用尖端導體、試立

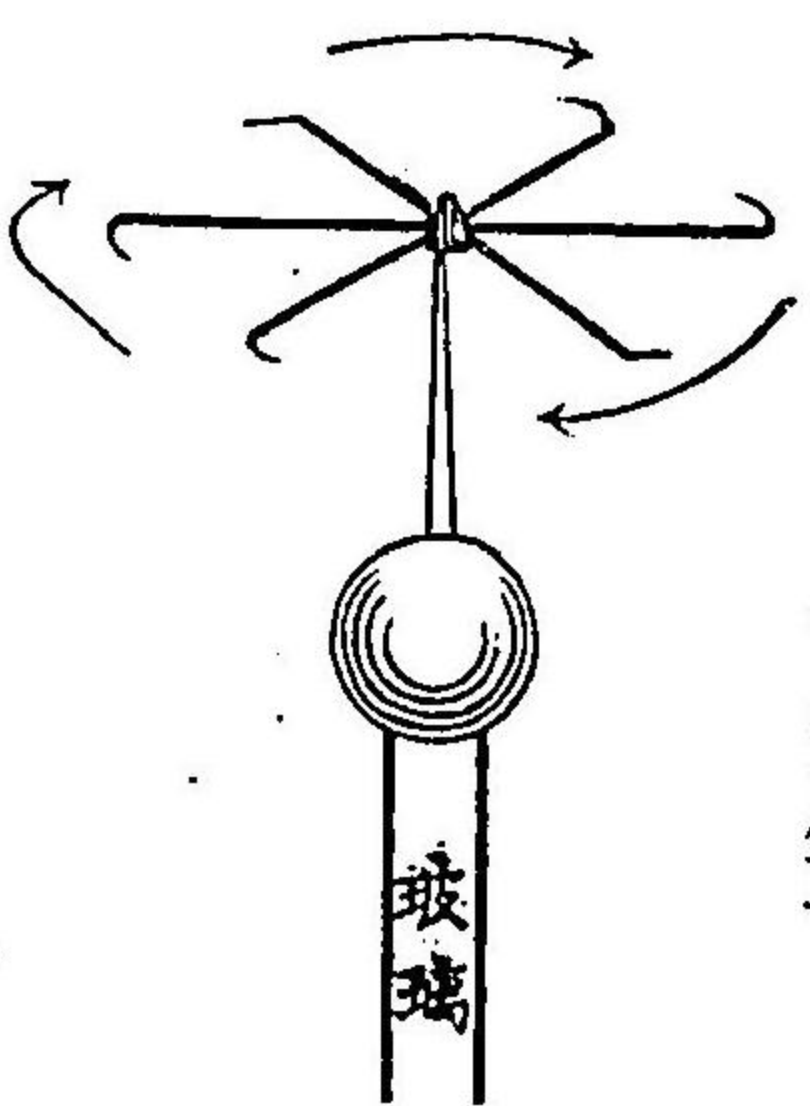


勾形金類針於發電機導體之一部(第百二十三圖)近燭火於其尖端、火炎為風所吹滅、是因發電體之電氣集於尖端、傳近傍之

第百二十三圖 電氣集於尖端



第百二十四圖 電氣風車



電氣滅燭  
電氣風車

空氣、空氣之運動即生風也、又代金類針、橫懸卍字形之尖端車輪於導體、則必由尖端生風、由此反働、向與尖端相反之方面為旋轉、是曰電氣風車(第百二十四圖)。

### 第六節 電氣之感應

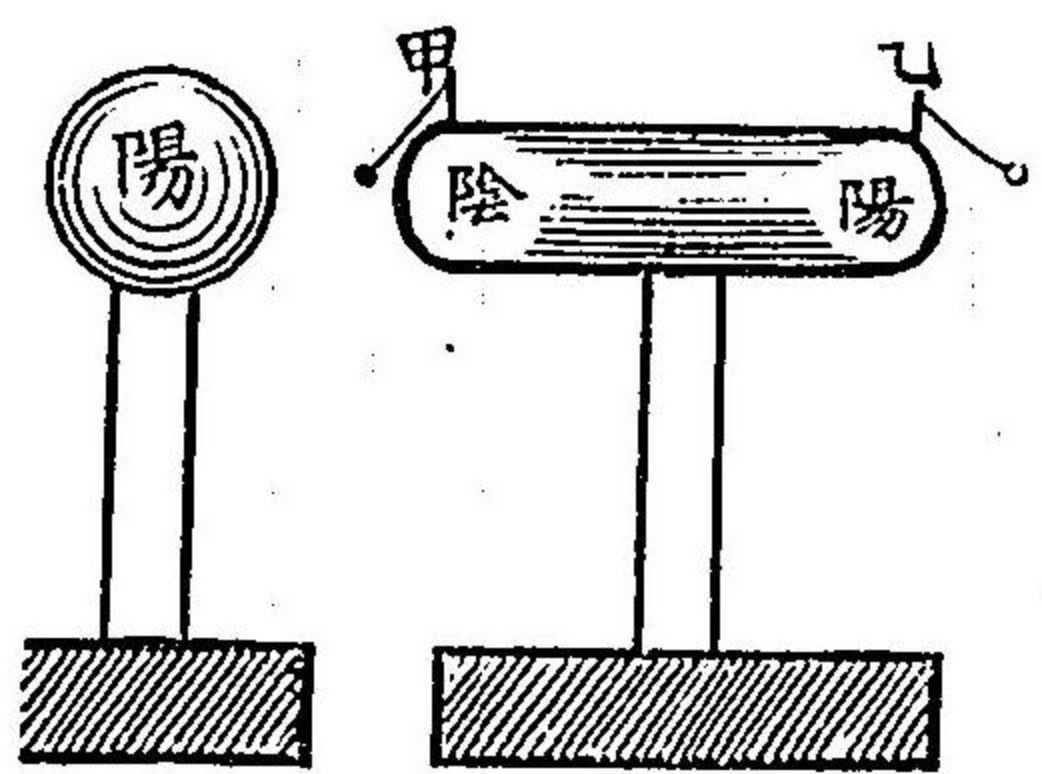
電氣之感應

如第百二十五圖、發電體之近傍、置絕緣圓筒形導體(甲乙)、則導

電氣感應  
之試驗

體發電、甲端所生電氣與發電體異、乙端所生電氣與發電體同、是由驗電器得容易知之、次離開發電體、則導體如始無發電之現象、故為發電體所生陰陽電氣之量相等、如斯導體在發電體近傍、一時發電者、曰電氣之感應、

第百二十五圖 電氣之感應



凡不發電之物體者、陰陽兩電氣互相結合、雖不現電氣、若接近發電體、則與發電體異種電氣被吸引、集於近端、同種之電氣被排斥、集於遠端也、發電體之吸引輕體、亦由此理、雖近發電體部分、生異性之電氣、遠發電體部分、生同性之電氣、而異性發電之部分、比同種發電之部分、以其距離近、其吸引力、比拒反力亦大、故此吸引力之優於拒反力、