



\*0046671000\*

3

0046671-000

特219-718

小学校理科児童実験と教授実験  
及其施設

河野通匡・著

東京修文館

増訂版

昭和8

AHF

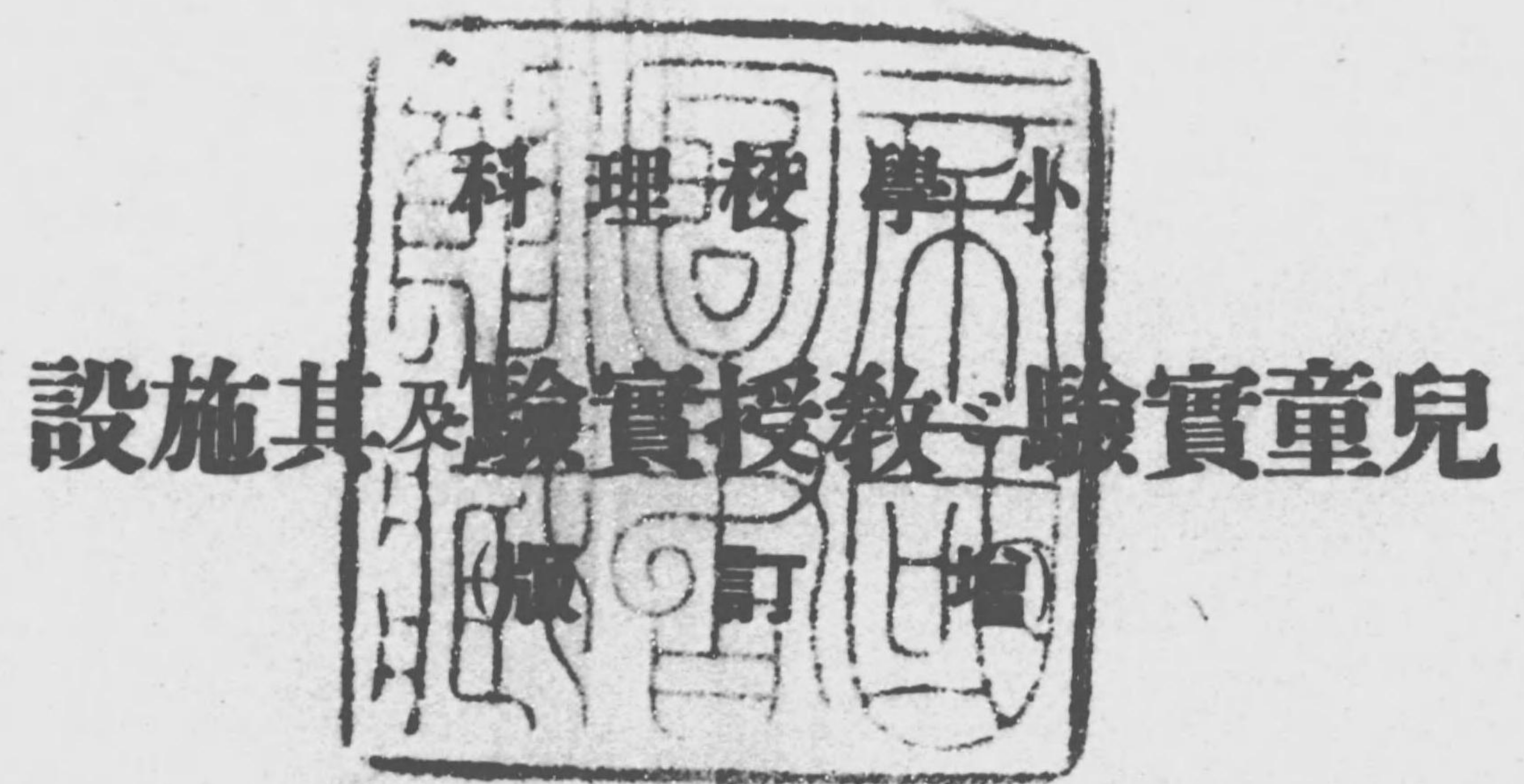
この著作物は、著作権者不明のため、著作権法  
第67条の規定に基づき、平成12年5月15日  
付けで文化庁長官の裁定を受け使用するものです。

350  
116

打



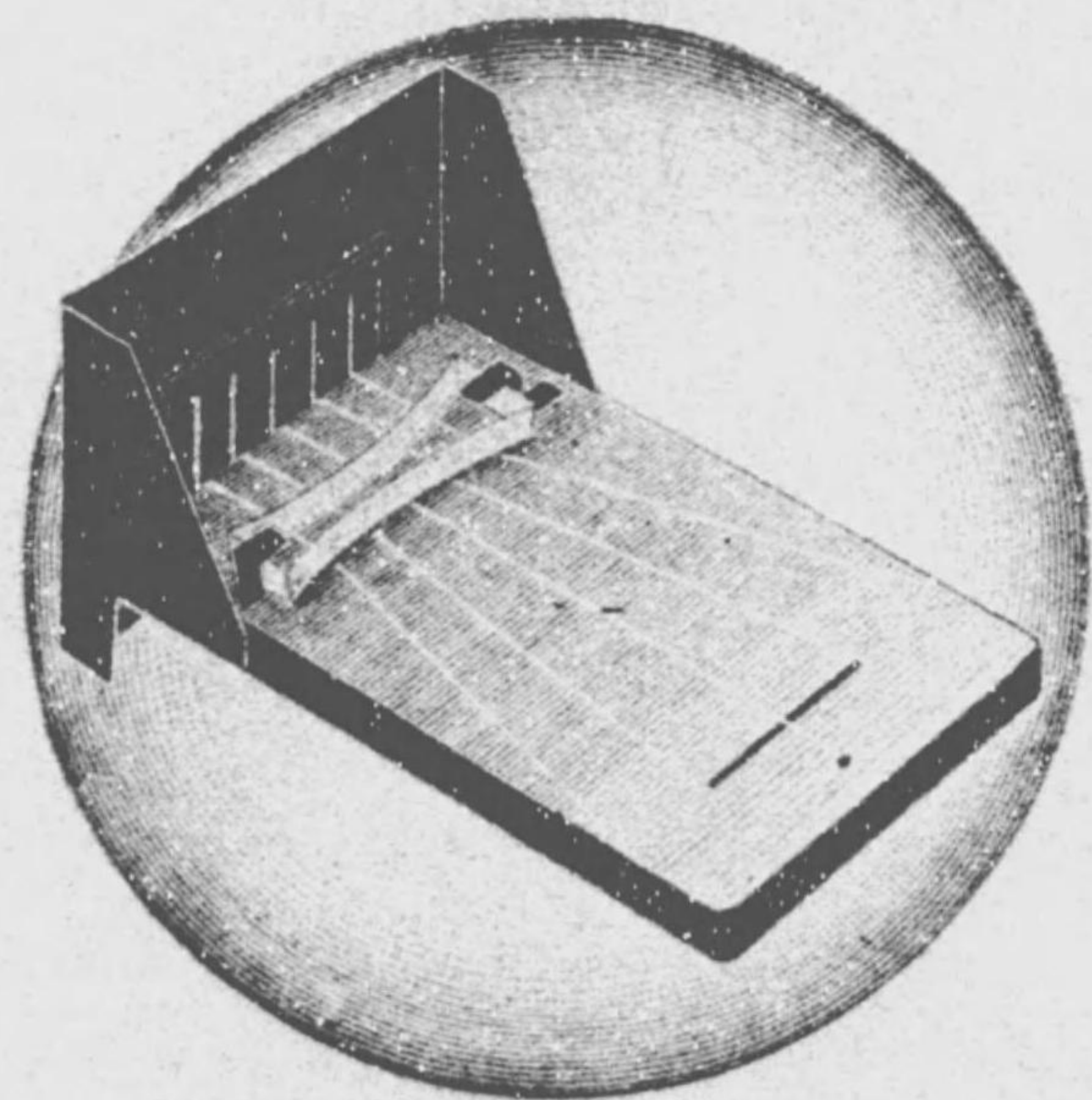
特213  
718



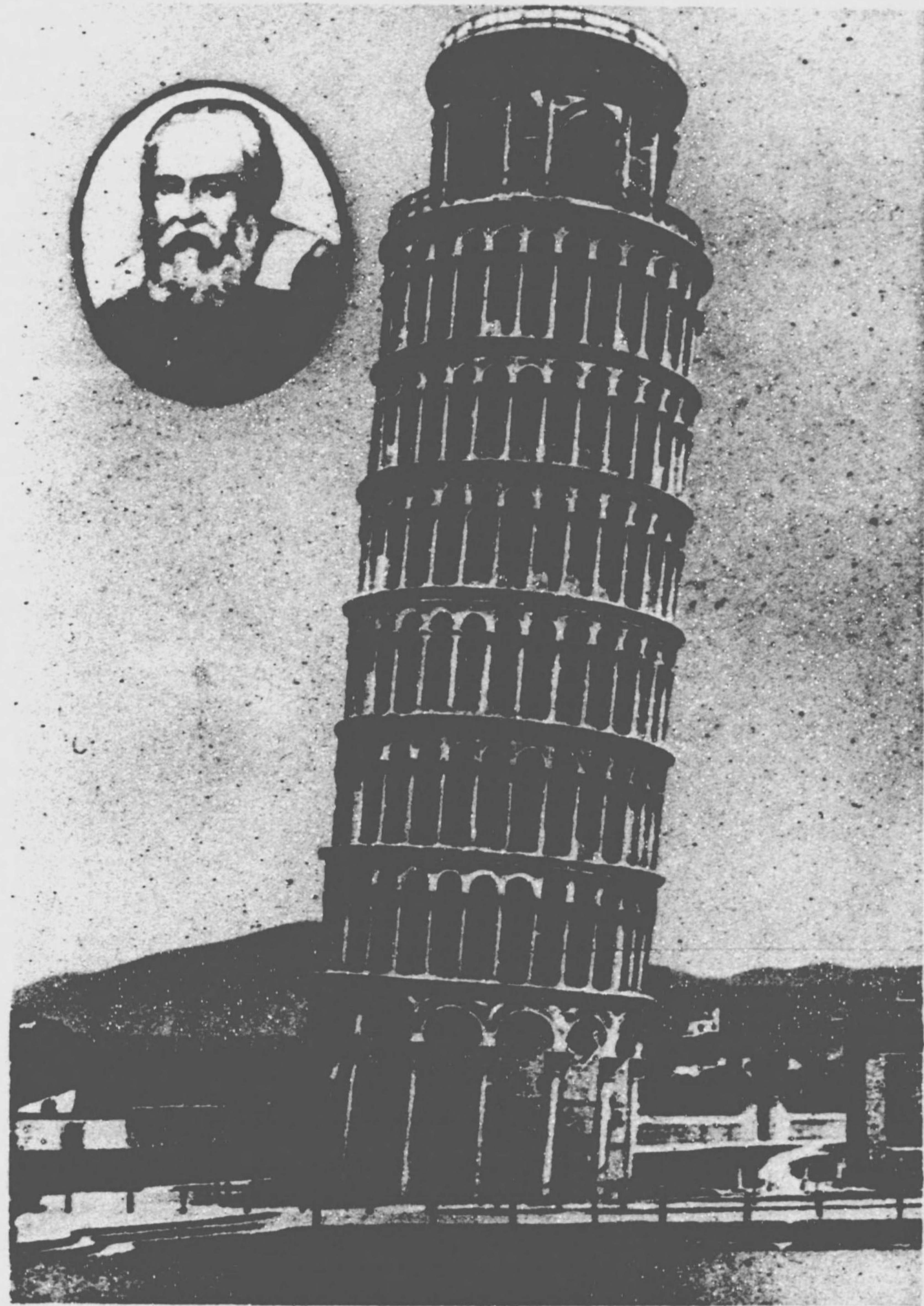
設施及其實驗教授兒童

官教校學範師等高島廣

著 匡 通 野 河



版 藏 館 文 修



ガリレイミビザの斜塔



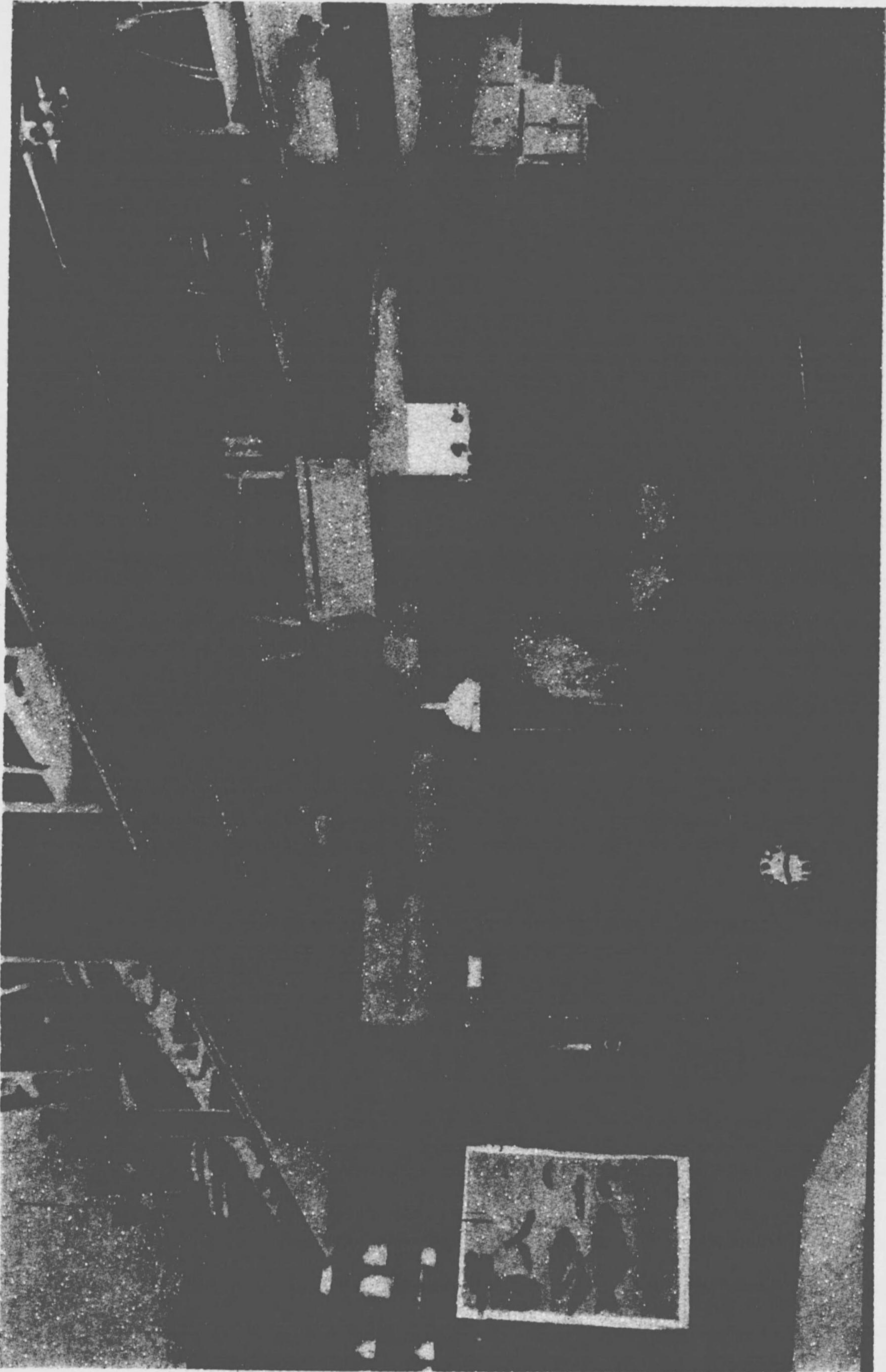
(圖面正) 室教科理技學小屬附校學範師等島高廣

世界の七不思議の一として有名な伊太利のピザの斜塔は、それ自身に於て物理學的に一種の意味をもつものであるが、その先哲ガリレイに関連せる史實を顧みるとき、物理學の發達史上特筆すべき有名な幾多の事實が窺ひ得られる。

ガリレイは或時は此の内の燈明の振動によつて振子の等時性振動を發見するの端緒を得、又或時は此の上より空實二大鐵球を同時に落下せしめて重力の作用許りの時は物體の得る速度が一定であることを時人に示す機會を得た。

前者の如きを實驗による發見といひ、後者の如きを、事實を檢証する實驗といふ。

共に學習に必要な研究の方面である



(影撮リ) ■ 面側斜) 室教科理校學小屬附校學範師等高島廣

### 増訂附言

國定理科書の改訂が繁く行はれることは、一面に於て文明の進展の速かなことを示すもので誠に喜ばしい次第である。昭和四年に尋常小學校第四學年用書の改訂が施されてから、一箇年に一箇學年づゝの割合でそれが進んだ爲、本年は高等小學校第二學年用書までの改訂が全部完結した。

本書は此の機に於て、此の改められた國定理科書の内容に即する様にその編集を新にしたもので、従前の諸版に比し、より以上に簡明で實施し易い諸實驗を選択し、且つ實驗構成上特に困難とせ



られてゐた事項や、未解決の儘で移つてゐた諸懸案などに對する  
打解方法をも加へた心算であるが、非才のよくし得ない節々に關  
しては猶多分に遺漏のあることと思はれる。是等に對して讀者  
諸賢の御批正を仰ぐを得ば本懐の至りである。

昭和八年四月

本書の増訂に當り

著 者 識

## 緒 言

時勢の進展にそふ爲に久しい以前から毎年一箇學年づゝ改訂  
を加へられつゝあつた新制の國定理科書も、本年度を以て一先づ  
完結したので、茲に不完全ながら當初より試みつゝあつた其の理  
科教材の全般に亙つて統一的に立てた實驗方案を發表し、且つ其  
の案の依つて起つた教育的意見や、その實施に伴つて考ふべき適  
用法及び適用上の諸注意、並に施設上の要程等をも併せ述べて直  
接その衝に當られつゝある教授者諸彦の批判を仰ぐ次第である。  
文化の進運は吾が教育界に於ける理科教授の革新を促し、兒童

學習實驗實施の聲は、學習訓練と共に小學校理科教授上の諸問題の中でも最も痛烈に絶叫せらるゝに至つたが、其の内容の研究に至つては、實に千差萬別、區々にして統一せるものを見出し難く、従つて兒童のなす可き學習實驗と教授者の採る可き教授實驗との種類、程度、配合、連絡及び是等に關する諸施設等實施上極めて重要な關係にある諸懸案が、未解決のまま、で、忽諸に附せられて居るものが尠くないやうである。余の非才を省みずして、敢て此の稿を起すのも亦誠に己むを得ざるものがあるからである。幸に廣島高等師範學校教育博物館が、特殊の施設によつて、此の方面に關し研究の對象とするに足る豊富な統一的の好資料を蒐集して、之

を吾々の調査に委せられたので、こゝに絶えざる刺戟を受け、其の光明に導かれて不完全ながら此の方面に研究の第一歩を加ふることが出來た。こゝに録して以て其の惠澤を謝する次第である。

初版當時

著者識

小學校理科 兒童實驗と教授實驗及其施設(増訂版)

目次

第一編 總論……………一七頁

第一章 理科教授に於ける觀察と實驗……………一六

理科教授の大眼目——實驗と觀察との意義——直觀の兩方面としての實驗  
と觀察——對象の性質と適用すべき直觀の形式——觀察の限界——實驗の  
必要と其の特徴——實驗の強味と其の使命——實驗の要件

第二章 兒童實驗と教授實驗……………六一〇

智識の獲得と理科實驗——能力陶冶と理科實驗——理化教授の理想と事實  
上の障害——兒童實驗の選擇標準——教授實驗の範圍——教授實驗の實施  
上に於て注意すべき事項——兒童實驗の主眼點とその用具の性質

第三章 實驗學習上の諸問題……………一〇一三

實驗學習の主體、客體、媒體——實驗學習の第四要素——教授者の使命及び本領——兒童實驗指導の形式——模倣的實驗——指導的實驗——獨立の實驗——實驗操作——操作の科學的指導——操作の系統的指導——兒童用實驗器械の眞價——兒童用器械の具備すべき要素——器械の形式的分類——單獨式器械——萬能式器械——應用式器械——實驗用器械界近時の傾向——應用式器械の特徴——器械の素質吟味——兒童用器械選擇の標準——時間外の實驗——教授前に課すべき實驗——教授後に課すべき實驗

第四章 實驗要目及び細目 ..... 三—七

實驗要目作成上の要件——操作指導の加入——實驗要目、細目及び操作指導要目一覽表

第二編 實驗各論 ..... 六—三七

第一章 尋常科第四學年之部 ..... 六—二〇

第一、物の重さ ..... 六—九  
 物の比重——浮沈から密度をしらべる實驗  
 第二空氣 ..... 六—七

題目外の目的——教材の性質と實驗の方面——空氣の地上に普く存すること——場所を占めること——形を變へ易いこと——體積を變へ易いこと——スボイド實驗——壓すと押し返す力の出来ること——スボイドの用法と手入

第三、水 ..... 七—七  
 形を變へ易い事——體積を變へ難い事

第四、熱 ..... 七—九  
 熱の發生——摩擦發熱の實驗——長さの膨脹實驗——固體の體膨脹の實驗——液體氣體の膨脹實驗——強く摩擦する操作——硝子器の加熱操作

第五、水蒸氣、水 ..... 七—八  
 簡易蒸溜管による沸點の測定——湯氣と水蒸氣——氷の融ける溫度——寒剤による凍水實驗——寒暖計の使用操作

第六、風と雨 ..... 八—八  
 風の起る模様を見る實驗——急膨脹で雲霧を起す實驗

第七、光 ..... 八—八  
 光の直進を見る實驗——陰影と影法師との別

第八、火 ..... 八—八

火の要素——焰は氣體の火——燭火中の未燃ガスを取り出し燃す實驗——  
—スポイドによる同上の實驗——固體の火と氣體の火——新しい空氣と  
火の燃え方——酒精燈使用操作の指導

第九、酸素……………八九—九四

酸素の製法——製造操作上の注意事項——酸素氣中に於ける燃燒諸實驗  
——佐々木式装置による空氣組成測定法

第十、炭酸ガス……………九四—一〇一

炭酸ガスの製法——又狀管ガス發生器——棚附ガス發生器——竹ボヤ利  
用のガス發生成——性質に関する諸實驗——凹斜面流下で連燈を消す實  
驗——紙袋による重さの測定——炭酸ガス生成に関する諸實驗——空中  
の炭酸ガス——石灰水の造り方——下方置換法——試薬瓶の使用操作指  
導法

第十一、毒分……………一〇一—一〇三

太陽高度測定器の用法——氣温の測定

## 第二章 尋常科第五學年之部……………一〇三—一〇四

第一、夏至……………一〇三—一〇五

太陽運行の模様——空氣の温度の測定——空中濕氣の模様

第二、秋分……………一〇三—一〇五

太陽運行の模様——空氣の温度の測定

第三、食鹽……………一〇四—一〇五

溶解と結晶——鹽田製鹽の模式實驗——固體の溶解操作に関する指導法  
——結晶を作る操作の指導法

第四、硫黃……………一〇六—一〇九

硫黃の熱熔——燃燒實驗——強烈なる燃燒法——亞硫酸ガスによる漂白  
——金屬との化合——簡易マツテ

第五、水素……………一〇四—一〇三

發生と捕集——亞鉛の後始末——豫備試驗法——安全管の作り方——燃  
燒により水の出来ること——水素焰の光と温度——水素の軽いことを見  
る實驗——水素の爆發

第六、炭素……………一〇三—一〇六

木質の乾溜——木質木位の乾溜實驗法——炭素の脱色作用に関する大阪  
化學工業試験所の研究發表——有力なる脱色炭——炭素の脱色作用——  
濾過操作の指導法

第七、石炭：.....二六—二七

石炭の乾溜——石炭ガスの燃焼實驗

第八、石油：.....二八—三〇

石油燃焼成生物の検査——石油の分溜——揮發油の諸性質に關する實驗

第九、鐵：.....三〇—三二

鐵の焼入れ、焼戻し——鐵の鑄と其の防禦法

第十、冬至：.....三一—三三

太陽の運行——氣温の測定——天球儀により春秋分夏至冬至に於ける太陽の位置と運行とを比較する實驗

第十一、錫、鉛、亞鉛、アルミニウム：.....三一—三三

融解點の大體の比較——鑄の比較——ハンダの製法及びその成分との融解點の比較

第十二、銅：.....三三—三五

黃銅鑄の燃焼及び銅の檢出——熱の良導性の實驗——銅の鑄——融解點

第十三、金、銀：.....三五—三六

金と銅との性状を比較する實驗——銀の鑄

第十四、重力：.....三六—三八

重力の働き——傾かぬ方向を見る實驗——水平面を試す實驗法——重心を見出す實驗法

第十五、挺子：.....三八—三〇

支點の兩側に二力の働く挺子——二力が支點の同じ側に働く挺子——挺子の應用

第十六、秤：.....三三—三三

簡易な天秤の組立及使用方法——天秤使用法——桿秤の零點の検査——桿秤の目盛の検査

第十七、慣性：.....三三—三五

静止の状態を續くる慣性——運動状態を續くる慣性——慣性實驗に利用すべき日常事項

第十八、摩擦：.....三五—三七

摩擦の出来ることを試す實驗——面と摩擦の大小——減摩法の實驗——廻轉摩擦と滑り摩擦との比——コロによる減摩實驗

第十九、振り子時計：.....三六—四〇

振り子の等時性の實驗——振り子の長さの一往復の時間——振り子時計要部の個別實驗——テンブの作用を見る實驗

第二十、ポンプ……………一四〇—一四三  
 水の吸上——吸上ポンプ——押上ポンプ——ポンプの要部の試し方——  
 ポンプ類使用後の手入

第三章 尋常科第六學年之部……………一四一—一四六

第一、鹽酸……………一四四—一四六  
 鹽酸瓦斯の製法——鹽酸瓦斯の性質——鹽酸の製法——リトマス試験紙  
 の使用法  
 第二、硫酸……………一四七—一五〇  
 硫酸の諸性質に關する實驗——濃硫酸の動植物質に對する作用——硫酸  
 によるあぶり出し——硫酸の金屬に對する作用——硫酸の製法——濃硫  
 酸の稀釋法  
 第三、硝酸……………一五〇—一五四  
 硝酸の性質——硝酸の諸作用——硝酸鑑識法——濃硝酸の劇作用——簡  
 易蒸溜管による硝酸の製法——三酸の簡易鑑別法——蒸溜操作——簡易  
 蒸溜管の特徴  
 第四、苛性ソーダ……………一五五—一五七

苛性ソーダを水に溶かす實驗——苛性ソーダ溶液の性質——苛性ソーダ  
 と鹽酸との中和——苛性ソーダを用ひて絹・毛・綿絲の比較をなす實驗  
 脂油の乳狀化  
 第五、炭酸ソーダ……………一五七—一五九  
 炭酸ソーダの性質——炭酸ソーダの作用——炭酸ソーダの製法  
 第六、石灰……………一五九—一六二  
 生石灰の吸水崩壊——素焼筒で石灰岩の灼熱——石灰乳と石灰水——石  
 灰水と炭酸ガス——路傍、河底の炭酸石灰の鑑別法——石灰の硬化  
 第七、アンモニヤ……………一六二—一六四  
 アンモニヤの製法——アンモニヤの性質——アンモニヤと鹽酸ガスとの  
 作用——鑑別よりアンモニヤの發出——アンモニヤの鑑識——薑黃紙  
 第八、アルコール……………一六四—一六六  
 アルコールの性状——寒暖計に濕布してアルコールの揮發性検査——指  
 で行ふアルコールの揮發實驗——アルコールの分溜——溶媒としてのア  
 ルコール  
 第九、醋酸……………一六七—一六八  
 醋酸の性状一般——醋酸の金屬に對する作用——媒染劑としての醋酸——

— 氷醋酸によるセルロイドの接合

第十、熱の移り方：……………一六—一七一  
 傳導の模様を見る實驗——傳導度を比較する實驗——水が熱の不良導體であることを示す實驗——液體の對流實驗——對流粉——氣體の對流——輻射に関する實驗——輻射熱の吸収に関する實驗——

第十一、熱と氣體の壓力：……………一七一—一七三  
 熱と氣體の壓力——過熱水蒸氣の壓力

第十二、光の反射：……………一七三—一七四  
 平面鏡による正反射の實驗——亂反射の實驗

第十三、平面鏡：……………一七五—一七六  
 平面鏡で出来る像の位置を見る實驗——大きさを比較する實驗——平面鏡の像と實物との比較

第十四、光の屈折：……………一七六—一七六  
 水に出入する光の屈折を見る實驗——硝子に出入するときの光の屈折——水底の浅く見えることの實驗

第十五、レンズ：……………一七六—一八〇  
 凸レンズによる實像の検査をなす實驗——凸レンズにより虚像を見る實驗

驗

第十六、色：……………一八〇—一八二  
 日光の分散——分散光を他のプリズムで集める實驗——七色獨樂——反射光による物體の色——透過光による物體の色

第十七、音：……………一八三—一八六  
 音のしらべ方——音源の振動を顯著に見る實驗——濕布による音の反射實驗——音の強弱の原因をさぐる實驗——音の高低に関する實驗

第十八、磁石：……………一八六—一八九  
 磁石で鐵片を他のもの、中から探り出す實驗——有名なマホメット棺の實驗——磁針使用上の注意——磁石の保存法——磁石の製造法

第十九、電氣：……………一八九—一九二  
 摩擦による發電——導體と不導體との見別實驗法——二種の電氣の見方——帶電體相互の引撥——發電操作——發電用具の取扱方

第二十、電流：……………一九二—一九四  
 電流の検査法——強力食鹽電池——發電上特に有効なる亞鉛板の水銀漬

第二十一、電燈：……………一九四—一九七  
 電流の發熱作用の實驗——開き火花の實驗——電燈の實驗——電流使用



上の注意

第二十二、電鈴、電信機……………一九七—一九九

電磁石——電鈴の作用の實驗——電信機に關する實驗

第二十三、電話機……………一九九—二〇一

送話の原理をしらべる實驗——受話機の作用を検する實驗——接続通話の實驗

第二十四、食物……………二〇一—二〇四

澱粉の性質——沃度反應——脂肪の分取——脂肪酸の分離——食品中にある脂肪の検出法——蛋白質の検査——種々なる食品中にある三大食素の簡易な検査法——糖類の性質——糖類の検査法

第二十五、呼吸……………二〇四—二〇六

普通空氣と呼吸との比較——呼吸の前半と後半との比較

## 第四章 高等科第一學年之部……………二〇六—二四四

第一、鹽素、ヨード……………二〇六—二一〇

有名なる鹽素查實驗——鹽素による漂白實驗——簡易イソク消し——金屬との作用——鹽素中の水素焰——熱による沃度の變化——ヨード溶解

及び溶液の色

第二、ナトリウム、カリウム……………二一〇—二四四

ナトリウムと水との作用——苛性ソーダに變化する次第——食鹽水の電氣分解——鹽酸と苛性ソーダとの中和

苛性カリの成生(附火液)——灰汁と炭酸カリ——カリウム鹽とナトリウム鹽との判別

第三、マグネシウム、カルシウム……………二四四—二六六

金屬マグネシウムの燃焼——金屬マグネシウム及び酸化マグネシウムと酸——鹽化マグネシウムの作用——石灰の酸に對する作用——炭酸ガス水溶液の炭酸石灰に及ぼす作用

第四、硫酸の鹽類……………二六六—三三二

硫酸と金屬との作用——硫酸銅の製取——硫酸銅の性質——硫酸鐵の製法及び性質——硫酸鉛の製出——石膏の性質——明礬の結晶、燒明礬(枯礬)——明礬の製法——明礬の淨水作用

第五、燐……………三三二—三三三

燐の燃焼——燐酸の生成——黃燐と赤燐——黃燐分割操作

第六、硝子……………三三一—三三五  
 熱による硝子の性状の變化——簡易な硝子細工の方法  
 第七、陶磁器……………三三五—三三六  
 性状の比較  
 第八、セメント……………三三六—三三七  
 硬化の遲速及び強度の比較——工作  
 第九、力と運動……………三三七—三三〇  
 力と運動——同一物體に強さの異なる力を適用せるときの運動——等大の力を異重の物體に働かすときの運動——運動の方向の變化——圓運動——速さの變化する運動  
 第十、作用と反作用……………三三〇—三三一  
 作用と反作用との方向をしらべる實驗——作用と反作用との速さの等しいこと——反作用の利用  
 第十一、二力の組合……………三三一—三三四  
 異方向の二力の組合——同方向の二力の組合——合力實驗  
 第十二、物の坐り……………三三四—三三八

物體の傾きと倒、不倒——安定の坐り——基底の廣さと顛倒の難易——重心の高下と顛倒の難易——中立の坐り——移動體の動く方向  
 第十三、輪軸……………三三八—三四〇  
 輪軸に於ける力の釣合——輪軸の應用——車地——齒輪  
 第十四、滑車……………三四〇—三四二  
 定滑車——動滑車——組合せ滑車  
 第十五、斜面、螺旋……………三四二—三四三  
 斜面の實驗——螺旋の二作用——螺旋のあらはす力  
 第十六、器械と仕事……………三四三—三四四  
 輪軸及び滑車に於ける仕事——組合せ滑車に於ける仕事

第五章 高等科第二學年之部……………三四五—三四七

第一、セルローズ……………三四五—三五〇  
 硫酸紙の製出實驗——シルクエットの製出實驗——綿火藥の敏速なる製出及び爆發實驗法——セルロイドの溶解——接合、燃燒——ビスコース及び人造絹絲の製出法實驗——セロファンの製出法實驗  
 第二、澱粉、糖類……………三五〇—三五四

澱粉の溶出——澱粉より糊精の製出——澱粉糖化の實驗——麥芽糖の製出——澱粉採取の實驗——炭水化物の成分検査——操作指導(澱粉糖化)

第三、アルコール……………三五四—三五六  
清酒中のアルコール——アルコールの燃焼生成物の検査——溶媒としてのアルコール

第四、脂肪……………三五六—三五八  
牛脂より脂肪の分取——石鹼の製法——石鹼より脂肪酸をとること——右残渣よりグリセリンを分取すること

第五、蛋白質……………三五八—三六一  
蛋白質の凝固——蛋白質の反應——含窒素有機物の特徴——アンモニヤの發出——ビユレット反應——クサントプロチン反應

第六、飲料水……………三六一—三六三  
飲料水の検査法——鹽分検査——アンモニヤ検査——ネスレル氏試薬の製法——有機物検査——飲料水の精淨法——濾過法——清澄法

第七、液體の壓力……………三六四—三六八  
壓力の傳達——液體の側壓力——液體の上壓力——液體の下壓力——液體の壓力實驗器の使用法——液體の釣合——連通器

第八、比重、浮沈……………三六八—三七〇  
アルキメデスの原理を検する實驗——浮力——浮沈子

第九、大氣の壓力……………三七〇—三七四  
大氣の下壓力——側壓力——サイフォンバロメーター——真空噴水——大氣の浮力

第十、熱量、比熱、融解熱、蒸發熱……………三七四—三七七  
比熱に関する實驗——融解點に関する實驗——水の凝固點の測定——水の沸騰に関する實驗——蒸發熱に関する實驗——蒸發熱を利用して氷をつくること

第十一、大氣の溫度及び濕度……………三七七—三七八  
輻射熱の吸收——空中の水分——蒸發と殘液の冷却——乾濕球濕度計で濕度の測定

第十二、天氣……………三七八—三八〇  
露、霜の生成に関する實驗——雲霧を成生せしめる實驗——風の起る理を知る實驗

第十三、顯微鏡、望遠鏡……………三八一—三八五  
凸レンズ、凹レンズの焦點及び通過光線の屈折——凸レンズによつて生ず

る像——蟲眼鏡の廓大作用——顯微鏡の組立及び使用實驗——望遠鏡の組立及び使用實驗——双眼鏡の組立及び使用實驗

第十四、眼……………三六五—三六六  
眼球の映像作用と眼鏡の補正作用

第十五、蒸氣機關及び石油發動機……………三六六—三六九  
單ピストンで蒸氣力をしらべる實驗——複動蒸氣機關——空氣運轉のもの、蒸氣運轉のもの——實驗用石油發動機に就いて——優良なる内燃機關の模型

第十六、電壓、電氣抵抗、電力……………三六九—三九六  
帶電體間の電氣力——電氣の流れより電流の研究——電位と電流との關係研究——電池の兩極とその電壓——電池の連結——電流の強さの測り方——電氣抵抗——電流による發熱とその利用——電力

第十七、電氣分解……………三九六—四〇〇  
電解質、非電解質の區別——鹽酸の電氣分解——水の電氣分解——食鹽水の電氣分解——銅の化學的精鍊

第十八、感應電流……………四〇〇—四〇三  
コイルの磁氣作用——電流の方向と磁極との關係——鐵心の効果——感

應電流及び其の方向の檢査

第十九、發電機、電動機……………四〇三—四〇七  
磁極間で電流計に連結したコイルの廻轉——發電機——電動機

### 第三編 施設概要……………四〇八—四一五

#### 第一章 兒童實驗用器具……………四〇八—四一三

兒童實驗器具の組合——硝子スボイドの活用方面——枝附蒸溜管の使命——光學組立實驗器の使用方面——中棚瓦斯發生器——化學一切實驗器を設備すべき場合——化學一切實驗器の使用方面と其の特徴——大氣壓直感實驗器——分合ポンプ——電磁石應用實驗器——食鹽電池——簡易電流計——運動三大法則實驗器

#### 第二章 教授實驗用器具……………四一三—四一五

主要品目——代用品目——添加品目——器械器具一覽表

#### 第三章 傷害火災豫防並に其の應急手當に關する施設及び

摘録……………四一五—四一五

- 其一、應急手當——(一)切傷——(二)火傷及び腐蝕傷——(三)眼の傷害——
- (四)惡臭強臭の氣體類の吸入——(五)失火の應急手當
- 其二、傷害、失火豫防に關する摘録

小學校  
理科  
兒童實驗と教授實驗及其施設(增訂版)(目次終)

小學校  
理科  
兒童實驗と教授實驗及其施設(增訂版)

第一編 總論

第一章 理科教授に於ける觀察と實驗

理科教授の  
大眼目

理科教育本來の目的である科學的精神の涵養といふ立場から見ると、本科教授の大眼目は、兒童に自然物、自然現象等の科學的事實を通じて純眞なる精神生活をなさしめ、其の間に明瞭確實なる理科的の智識を會得させると共に、之を應用し且活用することの出来る能力を陶冶する所にあると思ふ。

さればその教授に當つては須らく適確なる實驗と周密なる觀察とを基底として兒童に自發的研究の趣味を喚起し、自ら進んで自然と親しみ、自然を受し、そこに生起する諸現象に對して自ら働きかけることに依つてそれを推究考察し得る様に之を補導することが肝要である。

近時理科教授に於て、特に兒童自身の發意になる學習過程の立案を尊重し、彼等によつて

計畫せられたる一實驗一觀察をも忽諸に附す可らずとなすは、主として是に因由するので、科學的事實の獲得に必要缺く可らざる手段である可きは等直觀の兩形式が、まさに斯の如き環境よりして湧出し來らねばならぬことを痛烈に要求して居る次第であると思はれる。

此の實驗と觀察とは之を單なる語義の上より見るときは、互に相包含する意義を有するものとも思はれないでもないが、理科教授を論ずる場合には、此の二つの術語に普通次の様な區別ある意義を適用してをる。即ち凡て生起し來る種々の現象を自然に任せ置き、それに何等人爲的原因を附與することなくして之に注意し、自然の發現の儘に夫を認識する場合には之を觀察と呼び、或る目的の下に、殊更に何等かの人爲的原因を附與し、その結果として發現する現象につき研究する場合には之を實驗と名づけてをる。

觀察はかく自然を其の儘に看取せむとする手段であるだけ自然の支配を受ける場合が多く、如何に研究的意志が發動してゐても其の對象とする自然物なり、自然現象なりの出現がなければ、其の實演は全く不可能となる譯で、受動的の色彩の濃厚なるものがある。實驗とても此の自然の支配を全く離脱してその影響を完全に避けることは勿論不可能であるが、觀察に比較すると大いに其の趣を異にし、自ら勢力を如へて其の研究に好都合なる現象を任意の時期に、任意の場所に於て生起せしめ、その研究に恰好なる對象を得むとするもので、此の點より見て大いに積極的な立場を建設し得る特徴がある。以上の如き關係があるが故に純觀察を指して受動的直觀と呼び、實驗を活動的直觀と稱する人もある。され

ど此の區別は全然程度の問題で決して根本的に相違せる異種のものではない。人爲的な原因を與へて其の結果を看取するも、自然のままなる發現を待つて人爲的な誘因を加へず之を觀察するも本質上何等の差別なく、其の因果の關係に至つては一つで、それから誘導する論理的價值に於ても亦全然變りのないことは明かである。故に是等は共に科學の研究に必要な直觀の兩方面をなすものと見る可く、對象の如何で多少輕重の別を生ずる程度のものと思へばよい。彼の氣象とか、天文とかの如き科學に於ては、其の對象の性質よりして自ら其の根底を觀察そのものに置かねばならぬ場合が多くなつて來るが、理化學の如く因果の關係を究明すると共に之を利用し活用し得る能力を陶冶し、自然開拓の基礎を確立すべき使命を有する部門に於ては、形式、實質の兩方面より共に實驗を必要とする場合が特に多くなつて來る次第で、これ亦自然の勢と云はねばならぬ。

觀察の一大特色とも見る可き點は自然を有の儘に看取する事であるから、自然を理解するといふ立場から見るときは常に之に倚り之を根底として出發するのが便利である。然し自然界の事物現象は必ずしも吾人の觀察に都合よき状態に於てのみ現出するものでなく、或は測り知る可らざる宏大なる範圍に於て行はれ、或は精査も猶及ばざる蔭微の間に變移する場合もあつて、時としては觀察の効を薄弱ならしめんとし、動もすれば全く之を無効に葬り去らんとすることさへある。又直接觀察には不自由を感ぜざる程度に於て現出するものでも、其の原因が複合的な場合には現象と其の起因的條件との關係を確定すること

の出来ない場合もある。そこで此の制限を脱出して直接之を直観し得る方便を講ずる必要が起る、この立場、この意味に於て實驗が必要となつて来る。即ち、複雑なる現象の中より單一なるものを選び出し、本質を窺ひ得ざる程度に變形變態せるものを正常的に引き戻し、或は對象物の出現に遅速あらしめて其の看取に便利なる状態に導く等、選擇、増補、訂正、顯化以て其の看取を容易にする所に實驗の特質の一面がある。更に進んで自然現象の生起し能はざる時期や、場所に於て隨意に之を現出せしめて研究の對象を構成し、超自然的の事物現象迄をも創造して吾人を自然征服の進程に立たしめ得る等、實驗には更に更に優越せる他の一面がある。理科教授に於ける實驗が、あらゆる場合に此處に迄到達し得る意義をもつといふ譯ではないが、其の可能性のある所に實驗の眞の強味があり、亦使命がある。

故に實驗を教授の實際に運用する上につけて留意すべき要件も、亦此の實驗の具備せる特質を發揮し、其の使命を果す様に努めることにあるのは勿論であるが、他方に又兒童の心理的事情をも顧慮して大いに斟酌を加へることが必要になつて来る。徒らに兒童の能力を超越した複雑なる操作を課し、其の思惟の及ばない方面に迄追求を加ふる如きは大いに慎まねばならぬ事である。

兒童の心意を無視して立てた實驗計畫では到底理科教授の眞價を收め得られるものではない。故に實驗材料としては成る可く卑近にして日常生活に關係あるものを選択し、實驗

事項をば簡明に、平易に、且つ具體化すると共に、其の現象作用を單純化し、且つ顯著にするに努めて、兒童の看取に便ならしむることが肝要である。かくすれば兒童各自の了解を速かならしめ得らるゝを以て、其の教授に大なる活氣を添へることとなり、理科教授の眞價を收め得られるのである。

若し亦其の實驗事項が兒童の模倣に適し、且つ其の反覆練習が一種の意味を生ずるが如きものである場合には、益々兒童に理化學的の趣味を解せしめる事が出来て、期せずして自發的の態度に出でしめ得べく、彼等の獨創、發見的の精神をも涵養し得る様になり、教育の効果を永久ならしむる事が出来る。先人の發明、發見の跡をたづね見るに、其の枝葉に亘れる個々の事情には各々異なる所があるかも知れぬが、何れも其の動機はこゝに得て居るものと言ふことが出来る次第で、此の境涯に出入せしめることが出来れば、理化教授は其の目的の大半を達したものと云ひ得られるのである。

以上を項目的に別つて列挙すれば次の如きものとなる。

- (一) 兒童の興味を惹起して自發的、發見的態度に出でるやうに導くこと。
- (二) 實驗材料を卑近なるものにとり實驗事項を成る可く具體化すること。
- (三) 實驗方法を簡明平易ならしめると共に生起する現象を顯著ならしめること。
- (四) 現象の示す因果關係の單純なるものを選択すること。
- (五) 兒童の模倣に適する實驗事項を選び、その反覆に於て一種の意義を生ずるもの

を採用すること。

こゝに是等の諸要件に随伴して屢々起り来る一種の弊害とも見做す可きもので、一大警戒を要することがある。それは是等の諸要件に捕らはれ過ぎる所から、趣味的の色彩を大ならしめんとして、遂に其の實驗の目的を不明瞭ならしめ、且つ珍奇を主とする趣向に過ぎて、大切な眞理に到達すべき徑路を誤り、實驗の目標が果して何處にあるかが甚だ曖昧になつて来ることである。依つて次の一件を更に加へる必要を感ずるのである。

(六) 實驗目標の明瞭なる可きこと。

## 第一章 兒童實驗と教授實驗

前章所載の如く小學校理科教授の大眼目として動かす可らざるものが二つある。其の第一は事物現象に關する確實なる智識を獲得せしめることで、第二は科學的研究能力を啓發することである。此の第一目的を達する爲めには、兒童をして事物現象に直接接觸せしめて親しく實驗、觀察を行はしめ、其の直觀よりして是非とも智識の根柢を確實に築き上げて置かねばならない。又第二目的はその能力の陶冶を主眼とするものであるから、出来る限り實驗、觀察を行はしめて、學習すべき事項に關し兒童自身に充分なる體驗を得せしめ置くことが必要である。斯く考察し來たる時は兒童自身に行はしめる實驗觀察程理科教授本來の目的を貫徹せしめる上に有効な作業はないといふ結論に到達することになる。

智識の獲得  
と理科實驗

能力陶冶と  
理科實驗

理科教授の  
理想と事實  
上の障害

それで理想的に考へる時は、理科教材の全部に亘つて兒童實驗を必要とする事になる譯であるが、遺憾ながらそれは事實不可能の事である。何となれば、能力の未だ幼稚なる兒童に廣汎なる理科教材の全般に亘つて凡てを彼等の實驗實測に待たんとせば、莫大なる時間を要することとなり、現制の配當時間では到底其の一半をも盡し得られない次第となる。殊に理科教授の全課程は此の實驗だけで完了するものでなく、之を整理して事實乃至法則に歸納せしめた上、更にそれを演繹的に未だ知らざるものにも及ばし、其の利用の方法をも考察せしめねばならぬ使命を有するものであるから時間の不足は猶更である。

然らば「一方に於て教材に一大斧鉞を加へて之を精選し、其の範圍を縮小すると共に、他方に於て時間數を増加して此の窮境を脱しては如何、」との議論も立て得る次第であるが、國民教育といふ立場から見ると、自然及び科學的文明の入門位は大要だけでも之を理解せしめて置く必要があり、又他の各教科に於ても夫々其の科獨特の主張があるので相當の時間を必要とすべく、之を侵蝕迄して教科の意義ある統一的平衡を破ることも出来ないと思ふ。此の二大暗礁を前提に廻はして考ふる時は、理科の全教材を舉げて悉くを兒童實驗に向けることは不可能となつて來るのである。依つて事情の許す限り之を兒童に行はしめ、他は教師が兒童に代つて之を補ふ策を採らねばならぬ。此の意味に於て教授實驗の必要が起つて來るのであるが、それは後の問題として、第一着に兒童實驗には如何なるものを選び、如何なる程度に、如何に之を適用す可きかを決定することが必要となつてくる。



而して其の兒童實驗精選上の標準となす可き條件は個々の場合により大いに其の趣を異にするものであると思ふが、一般的に考ふるときは其の本質よりして次の如きものにならねばならぬと思ふ。

第一に教材の本質より見て、

(A) 一般的智識の根柢となる可き重要な事項の實驗。  
(B) 廣く應用される上に基本となる可き事項の實驗。

第二に實驗の性質、材料、方法より考へて、

(A) 兒童の心身、能力に適應せるもので操作の簡易なもの。  
(B) 現象が明瞭に認められるもの。  
(C) 危険の虞の少ないもの。  
(D) 多くの兒童が同時に行ふ直観では其の目的の達し難いもの。

以上の諸要件に叶ふもの、内にも、或は時間の關係より、或は經濟的關係より、或は實驗場及其の施設の關係より兒童實驗として採用し難いものが尠くない。それらの事項に理科教授上特に必要と認めらるゝものを加入、抱擁せしめて之を教授實驗に廻すべきである。そこで當然教授實驗の圈内に入り來るものは、

一、装置や方法などが複雑で兒童實驗に適しないもの。  
二、多くの材料の得易からざるもの。

三、教師の手で行ふために所要時間を特に短縮し得るもの。

四、兒童實驗としては危険のおそれの多いもの。

五、實驗の巧拙が其の結果の上に著しい相違を齎すもの。

六、一寸見せるだけで充分に其の効果を收め得られるもの。

等となる。故に之を概言せば必要にして可能なる實驗事項中より兒童實驗に適合せるものを除去した残が教授實驗に廻ると云ふも不可なき次第となるのである。

以上の理由より實驗事項は自から兩方面に配分せられ、或は兒童實驗、或は教授實驗と區別立てられるが、其の本來の目的は一つで兒童を中心とし本體として其の進路や標的を立てた次第であるから、何れの場合に於ても此の點に留意することが必要である。殊に教授實驗に於ては元來兒童自身の實驗觀察によらしむ可きものを、如述の事情よりして教授者が代つて手を下して之を行ふ次第であるから、恰も彼等と共同實驗を行ふが如き態度で之を導き、全兒童をして其の實驗中の人たらしめねばならぬ。茲に教授實驗の眞の使命があるのである。

かく教授實驗は一つの器械装置を比較的多くの場合に於て唯一人が操縦しつゝ、多くの兒童に同時に且主觀的に精神活動を繼續せしめねばならぬのであるから、其の器械にしても、装置にしても各方面より明瞭に直観し得る如く仕組めるもので、其の構造に於ても、發現作用の現出程度に於ても適當の大きさと強度とを具備せねばならぬ。教授實驗用具とし

て比較的に大なるものを要求し、講義實驗用器械類は須からく單獨式に屬する形式のもの  
でなければならぬといふ理由も、或は此の邊から生れ出るものと思はれる。  
之に對して兒童の實驗は各兒童が夫々己の力に應じ、其の個性のまゝに與へられる器械  
器具を使用して與へられたる問題の解決に努力することを其の主眼として要求して居るの  
であるから、必ずしも其の構造に於て此の要求以上に大なるものを求むる必要なく、むし  
ろ其の研究に恰好の大きさを有し組換、組合等彼等の工夫をこらさしめるに便利な構造を  
有する分合的變化に富めるものが適當である。近時應用式の器械が此の目的に適するもの  
として特に兒童用向に多く採用される様になつて來たのは確かに此の間の眞理を物語るも  
のである。猶此の形式に屬する器械類に關しては次章に委しく論じたいと思ふ。

### 第三章 實驗學習上の諸問題

實驗學習の進展する全過程を通覽するに、其の學習の主體となり活躍すべきものは勿論  
兒童であつて、その客體となるべきものが事物現象そのものであると思はれる。主體たる  
可き兒童が用具材料を媒介物として此の客體中に含まるゝ事實眞理をその意識内に融合す  
る場面が即ち實驗學習である。こゝに着眼してその用具材料を學習媒體などと呼ぶ人もあ  
る。

それらの人々は又之を化學反應になぞらへて主客兩體の化合するに當り、觸媒のそれに

加はつて其の反應を敏活に進め、速度を増大する接觸作用の事實に比較し、學習媒體とし  
ての實驗器具材料の必要なる所以を説き起すのが常である。而して此の場合に教授者、指  
導者を其の第四要素といひ化學反應の進行に於ける溫度壓力の如き重要な使命を有する  
ものと見做してをる。

種々なる化學反應を見るに、或る場合には主客兩體のみにても行はれ、又或る場合には  
之に媒體を加へた三體間の作用としても成立するが、それらの場合に最も好結果を收めし  
めるには是非とも適温、適壓を必要とする。實驗學習に於ける教授者は將に此の地位に立  
つ可きもので、一方に其の學習の主體たる可き兒童の心意發達の程度、其の能力の如何を  
考慮し、他方にそれに配合すべき客體即ち事物現象の眞相を吟味し、適温、適壓以て學習  
反應の完結を期せねばならぬ。そこに教授者、指導者の本領があり、使命がある。

而るに實驗學習方法はその實施後未だ日の浅い所からして是等の各方面に關し猶研究す  
べき幾多の重要問題を殘して居るやうである。

#### (一) 實驗の指導形式に關する問題。

兒童實驗の効果は如何なる程度に如何なる種類の實驗を如何なる態度で行はしめるかに  
依つて定まるものであるから、彼等の實驗能力を標準として其の程度を定め智識の範圍を  
考へて其の種類或は適用形式を選ぶ必要がある。能力の低級なるものに始めから自學自習  
を振廻し、適當な要求をする様では到底効果を收め得るものではない。故に低學年の兒童

にして實驗を始めて行ふといふ如き者に對しては、先づ模倣的實驗を適用し、教授者の範例に従つて彼等に之を模倣せしめ、順を追ふて實驗的の訓練を施す可きである。勿論此の種の實驗は長期間に亙つて之を繼續すべきものでなく、用具使用の初期や、操作の手始めになす實驗指導の一形式に過ぎないのである。故に實驗的價值に見地を置くときは最も低級に屬すべき方法となる譯であるが、實驗の第一歩をなす有意義なる階段であるから忽諸に附すべきものではない。

かくして操作の一端をも會得し、用具にも手做れて來た頃を見計ひ、所謂指導的實驗の形式をとり、實驗の目的と操作の要領を示し、二三實施上の注意を與へながら兒童各自に實驗せしめ、其の結果につき説明、考察を行はしむ可きである。尋常科五年以後の兒童實驗は大部分を此の形式にすべきかと思はれる。又高等科に於ても教材が別種のものに轉移した當初に於ては少しの期間本形式で進むことを必要とする場合が相當ある様に思はれる。

更に退んで兒童が用具類にも做れ、其の實驗操作をも充分自得するに至れば彼等自身の自由意識に基いて其の研究方案を立てしめ、自ら眞理を探究する所謂獨立の實驗の形式によらしむ可きである。こゝに兒童は小ニュートン、小ワットの境涯に立ち、自ら腦漿をしばり萬難を排しても進まんとするの英氣を表はし、自ら其の理法を究め發見を遂げざれば息まぬ様になるものである。此の意味に於て本形式は實驗方式中最も理想的の位置を占めるものである。而し通つて之を心意の發達未だ充分ならざる小學校低學年の兒童に課する

ときには、自ら放任的狀態を醸成し、結構指導の目的を達することも出來ず、又それを纏める上にも非常な困難を伴生し來つて、一定の時間内に之を取扱ひ能はぬ様な不首尾に立ち至る事が多い。

故に實驗實測を低學年より課する場合には模倣的實驗より入つて指導的實驗の方式に進め、兒童の能力の向上につれそれに適應する如く漸次に其の程度を高め、次第に獨立的實驗の形式をとらしめる様之を指導することが肝要である。

### (二) 操作の選擇及び其の系統的指導に關する問題。

實驗學習上の媒體と實驗實演者との間に行はる、交渉を總て實驗操作といふが、之は實驗實施上の要素となる可きもので、其の運用の巧拙如何は實驗の効果の上に少なからぬ影響を及ぼす次第である。その種類につき調査して見るに、純小學校理化方面に關係あるもののみでも相當の數を示し、アルコールランプの使用法、試験管の持ち方、振り方、氣密装置の組立方などと擧げれば三十種以上に及ぶ様になる。兒童實驗といふ立場から見るときには、是等の操作が實驗實測の重要な根柢を形造つてをる次第であるから、是等も實驗教材に關連せしめて、夫々適當な時期に慎重に配案し、系統的な考のもとに充分指導して行く必要がある。

此の實驗操作の指導は、須らく其の操作をとることの必要なる所以を明かに兒童に理解せしめた上、之を練習せしむ可きで、徒らにその方法のみを強要し、盲從的に實行せしめ

るのは好ましいことでない。實驗指導を論ずるものが、よく操作の科學的指導といふことを主張するが、是即ち理解の伴へる操作の必要を指示するものである。

從來、中、小學校共に此の方面の留意が缺けて居るので、各學年に於て其の操作の出る度毎に同じ様な事を繰返して注意して居るのを屢々見受けるが、是等は徒らに不經濟に時間を浪費し、且目的以外に迄注意を分たねばならぬ苦境に兒童を立たしめる等、好ましからぬ惡結果を伴生するもので、彼等の學習上から考へても、又指導上から見ても、是非避けねばならぬことである。

依つて後章の實驗要目中に配案せる如く其の難易繁簡の程度を顧慮しつゝ、是等を適當なる教材に連絡せしめ、夫々時期を定めて十分に指導し置き、他日異なる方面に再び夫等の現はれ来る時には、其の練習の機會を與へる上に好都合な場合として之を取扱ひ、回を重ねて次第に習熟自得の状態に至らしむ可きである。

### (三) 兒童實驗用器械類の選擇標準に關する問題。

個々の器械に就いては之を後篇各論の部に譲り、こゝには其の選擇の標準に關する一般的研究に止めることにする。何と言つても兒童用實驗器械は實驗教授の目的を達成する上の第一要素をなすものであるから、教授の徹底を期するならば、是非其眞價ある優秀なるものを求むることに努力を拂はねばならぬ。こゝに眞價とか、優秀とかいふて居るのは、何も價格の高い銀光金色燦然たるものを指すのではなく、又兒童の使用能力を超越して居

るやうな精密器械を指すのではない。元來が兒童用に供す可きものであるから、其の幼稚な思想や能力を參酌して之に應ずる程度のものとなす可きは勿論で、其の實驗的價値を失はざる範圍に於て其の構造が簡單になればなるだけ、其の精練の度を高めたものと見做すことが出来るのである。故に何も複雑、精巧なものを要求する譯ではないが、須らく適確に實驗し得られるといふ條件を具備してをるものでなければならぬ。フレイベルの有名な言の如く「理化は正確を求むる學科である」から若し兒童用器械が此の點に缺けて居て、正確な實驗をなし得ないものであつたならば、貴重なる經費と、多大の勞力とを水泡に歸せしむるばかりでなく、ひいては、將來に於ける理科教育の發達迄をも阻害し、恐る可き惡結果を誘致せないとも限らない。故に兒童用器械の具備すべき第一要素は、正確なるもので、適確なる實驗を行ひ得られると云ふ處にあらねばならぬ。

以上は内容的に見た要素であるが、形式上からも猶考究せねばならぬ一大要件がある。現今普通に用ゐられてをる兒童用器械類を通過し、其の用途の範圍を基準として、形式的に之を分類すれば、大體、單獨式、萬能式、應用式の三形式に纏められる。又器械類を選擇する立場から見ると、此の分類法によることが、尤も妥當であると思ふから、先づ其の區別を明かにして而る後其の選擇の標準に及ぶことにする。

(A) 單獨式。これは從來用ゐられてをる多くの教師用實驗器械類の屬す可き形式で、各實驗毎に各専用の單獨なる器械を用ふる如くなしたものである。立案の主旨がこゝにあ

る爲、器械が其の使用の目的に適合する點に於ては、非常に有利なる特質を具備するものであるが、兒童實驗用としては、餘りに多種多様に亘らざるを得ざる可く、使用手續の上より、又設備費の上より、餘り好ましからざる條件の随伴して來る嫌がある。而し此の形式のものは前述の如き獨特の長所を有する次第であるから、或種の實驗に於ては、是非これによらなければならぬ場合もある。

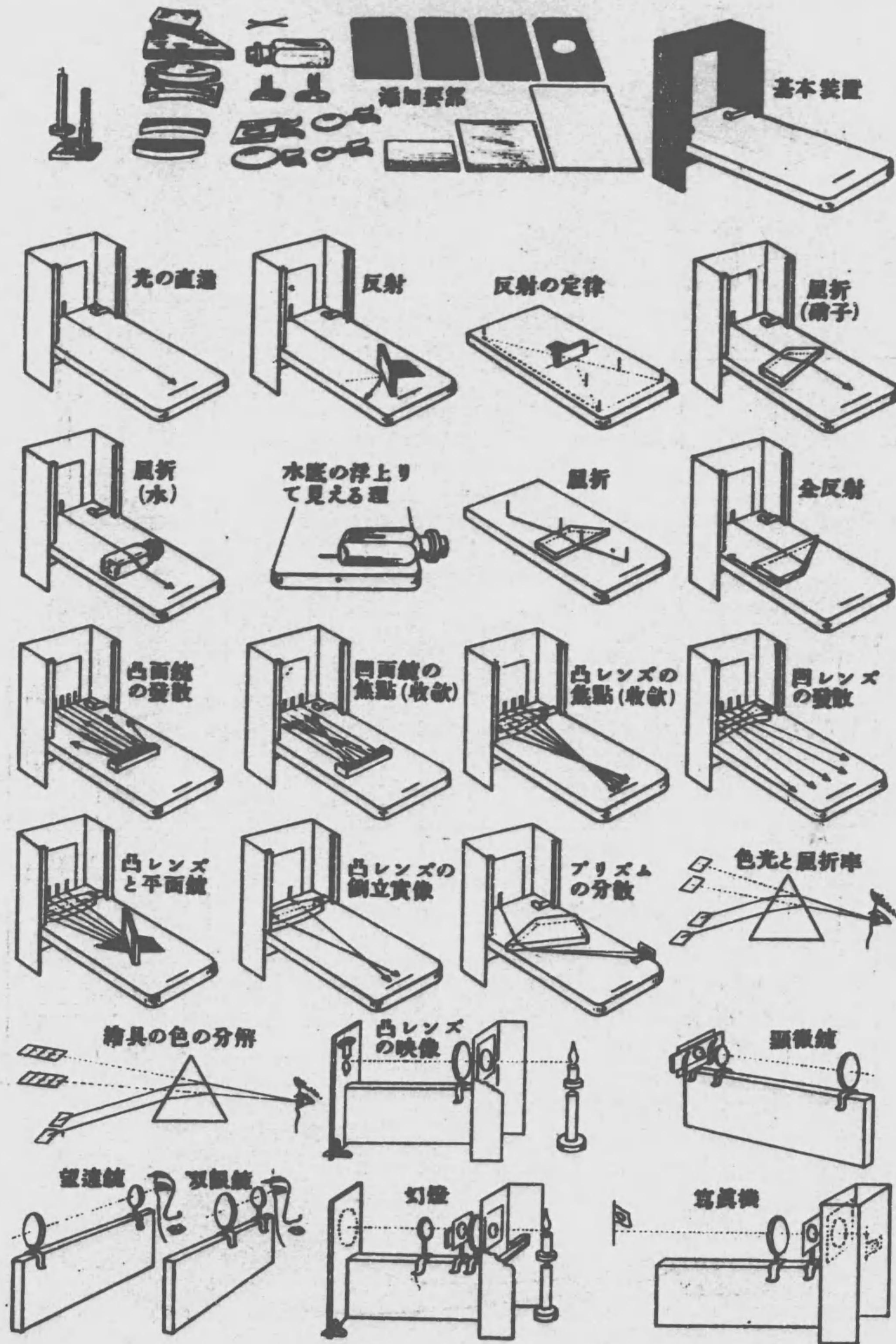
(B) 萬能式。此の式は獨人エルデマンの創意に成つたといふ事であるが、巧みにスタンドを活用して、多種多様な組立をなし、一定數の用具類を組換え組合すことによつて、各種の實驗に順應する装置を組立てるもので、單獨式と正反對の見地より立案せられたものと思はれる所のある一見非常に便利な様な感じのする形式である。其の價格の低廉といふ點より見れば、他の二形式に比較して、著しく優越して居る所を認めねばならないのであるが、何分小數の部分で、各方面の實驗に適する様に利用するのであるから、遺憾なく満足に適合する場合が、非常に少なく、多くの場合に於て多少づゝ不便を忍ばねばならない缺點を伴ふものである。殊に何かの機會に於て其の一部分に故障の起る様な事でもあると、其の爲に總ての實驗が行はれないと言ふ始末となり、其の修繕を完了する迄は、他の總ての實驗を中止せねばならぬ不便がある。特に其の組換、組立に多くの時間を要すること、餘りに度重なる使用のため押螺子に緩みの來る感があるのは、此の形式の一大缺陷と見なければならぬ。我國にも此の式より脱化したものや、米國ガートナー社製の準萬能式のものや改

造した様なものを見受けるが、何れも永續的に使用せらるゝことなく、器械戸棚の一隅に常に同一場所を占有しつゝ、所謂陳列理化器械の汚名を脱し得ないものが遺憾ながら甚だ多いやうである。

(C) 應用式。此の式は前述の二形式を折衷したものと見て差支のない形式で、同種又は類似の實驗に於て完全に共用し得る部分は力めて之を利用して冗物を省き、無理なる應用は之を避けて不自然なる使用をなさず、而も其の準備即ち、組換、組立に多くの時間を要しない様に考案せられた部類である。獨逸のハーン氏の考案になるものは、同國のノーク教授、ワインホルド教授等の考案になる此の種のものや、米國のミリカン式等と共に、此の種類に屬する實驗器械中の白眉と稱せられて居る。我國に於ても本多博士の考案にかかるものと言はれてゐる金屬の線膨脹に関する實驗と、電流の發熱作用の實驗とを兼ね行へる様になつた装置の如きは、小學校にも、中等學校にも利用せられる上に、定性的には顯著なる現象を示し、定量的には正確なる結果を齎すので使用者に至大なる餘裕を及ぼして居る。又近來の實驗器械用具の模倣殊に兒童實驗用として現れて來る進歩した部類のもの、漸次此應用式の形式に變りつゝ、あることは争はれない事實で又注目に價することであると思ふ。

又大正七年以來全國一齊に實施せられた中學校及師範學校の生徒實驗に對して其の初期に採用せられた器械類の内、今日迄其の命脈をたもつて居るもの、多くが應用式或は單獨

光學一般實驗器 (添加式應用器械の例)

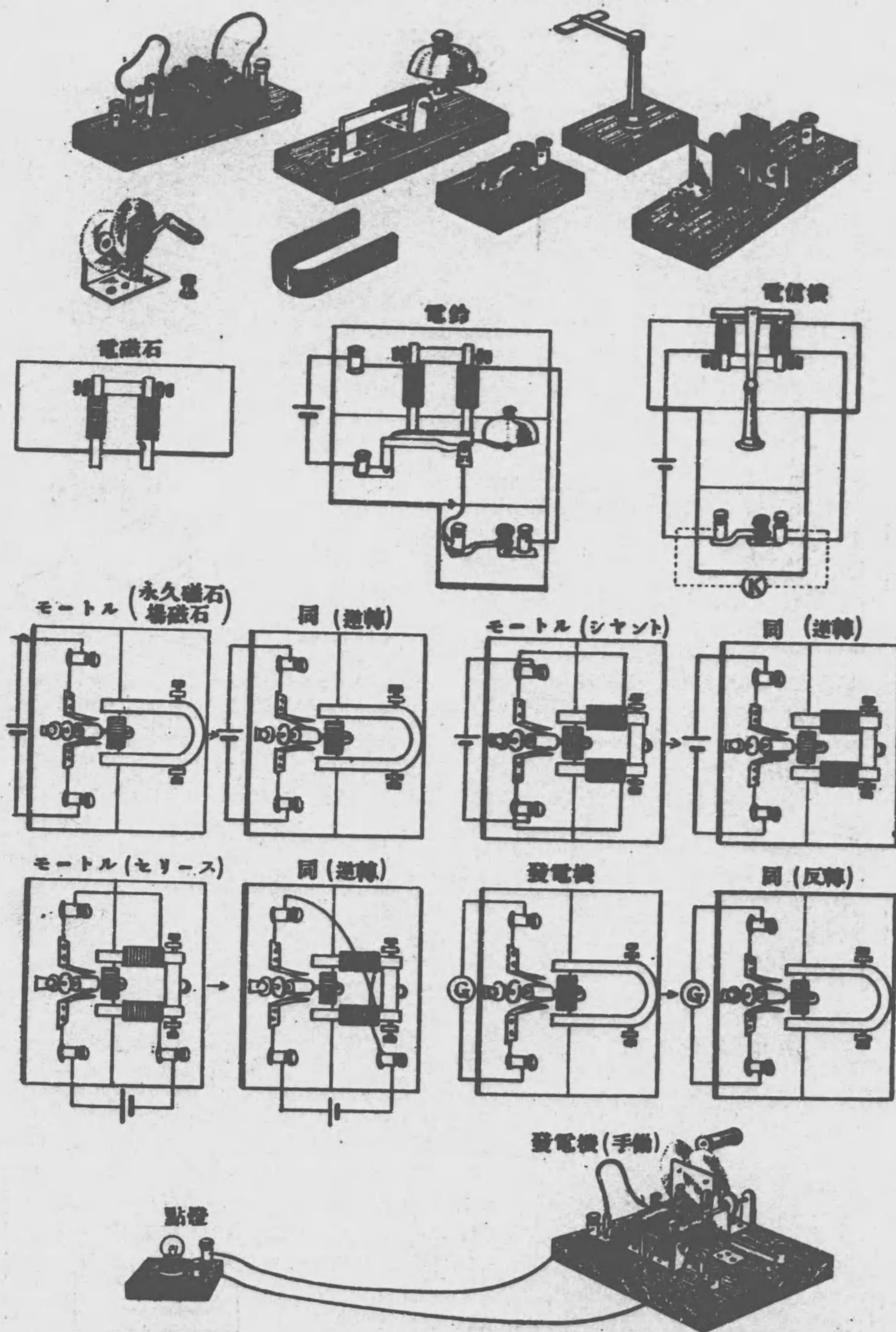


應用式器械  
の特徴

式に属する一部のもので、新に此の方面に追加供給せられつゝあるもの、多数が又此の應用式のものであることに氣付く時、吾人は實驗器械類の間に於て迄も自然淘汰の現象の行はれて居る次第を認めざるを得ないのである。

然らば何故に應用式の器械類が、兒童實驗の如き多数組同一フロンドで行ふ實驗の場合に適合するのであろうか、そこには充分の理由がなくてはならぬ。これ全く此の形式の器械類が其の特徴として、萬能式の器械類の如く偏狹的な形式に拘泥してゐない爲、其の組換組立等の準備作業に多くの時間を空費することが少く、従つて理科教授上重要視せられる實驗の結果を充分に觀察推究せしむることの出来る長所を有するからであると思ふ。又此の種類に属するものは、器械の組織夫れ自身が、必然的に同一種類の實驗を統一的に行はねばならぬ様な形式になつてをる關係よりして、之を使用する兒童に或る程度迄前實驗によつて收得した操作と智識とを活用して新實驗を迎へ行はしめ得べく、比較的容易に發見的の態度に出でしめ得らるゝので、理科教授上頗る好都合なる良結果を齎すことの出来るのも亦其の大なる理由をなす一つであると思はれる。應用式のものはこのやうに同一種類の實驗が故障なく有意義に實施せられ、且それが單獨式の場合の如く各實驗毎に一々別種の器械類と取換えるの煩悩を伴はず、而かも著しく經費の節約をなし得られる點があるのを以て、多数組の設備を要する兒童實驗用としては最も好都合のものであらねばならぬのである。

電磁石應用實驗器 (分合式應用器械の例)



器械の素質  
の吟味

兒童用器械  
選擇の標準

器械類を選択するには以上の二要件の外に更に其の素質の如何なるものであるかを吟味する必要がある。同種の形式のもので、同様な正確度を有するものでも、其の器械の要部を構成する材料や、乃至は其の材料の組合せ、時としては之を製作する者の技倆、並に其の器械製作に忠實なるか、否かの程度迄が關係して、器械の生命や、能率の上に色々著しい相違を來すものであるから、此の方面の調査もまた充分に之を行ひ、此の點に對する注意を怠らない様にせねばならない。磁石並に磁石を其の要部とせる器械類の如きは、此の顯著なる一例をなすもので、其の購入當初に於ける正確度や感度が全く同様で、而かもその構成形式に何等相違のないものが、時日の経過と共に、其の材料なる鐵の品質如何によつて、著しい相違を來す様になることが尠くない。かゝる事例は磁石に限らず器械器具類の全般に亘つて尠くない事であるから、器械を購入する時には、必ずこれら各方面に亘り其の實質の真相を研究し、要部をよく吟味した上で、慎重に其の取捨を決すべきであると思ふ。

而し以上の如き形式以外の諸點に於て比較を重ね、餘り相違がない様であるならば、何れの場合に於ても缺點が少なく、比較的無難で、且つ實際に利用して前述の如く教育的に其の價値を認め得られるものは應用式のものであるから、これを第一の標準にせねばならないと思ふ。殊に同一種類に屬する實驗事項が、低學年より高學年に進むにつれて、次第に其の程度を高むる如く排列せられてをるものに對しては、此の形式のものを利用せる場

合程、實驗的に其の眞價を收め得らるゝものは他にない。現制の國定理科書につきて調査して見た所によると、高低學年に於て程度の差を加味して案配せられてをる同一種類に屬する理科教材は、物性、力學、光、電氣に關する部類に多く、音及び磁氣に關する部類には皆無で、熱の部に少しくある様である。依つて兒童實驗の設備をなす場合には、第一に此の點に着眼して、各學年に按配せられた理化教材を調査し、同一種類に屬するものを縦に揃える如く分類した上、其の實驗要目、並に要項を制定し、之に照合しつゝ、形式上よりする採用の標準を立つ可きである。即ち大體の標準として應用式の器械類を採用し、以て先後の兒童實驗に系統あらしむると共に、特に優良なる單獨式の器械類を之に按配して其の断片的部分を補填すべきである。

時間外の實驗

(四) 教授時間外に於ける兒童實驗に關する問題。

兒童實驗は元來定まれる教授時間内に於て、教師の指導のもとに、之を實施することを其の本體とすべきものであるが、第一に其の實驗資料の關係より、第二に時間上の關係より、第三に實驗用具の性質よりして、之を郊外とか、家庭とか、兎に角教授時間外に譲る方が却つて有効で、實際的で、且つ便利な場合が尠くない。かゝる關係にある實驗は、之を前以て豫定案の中に編入し置き、實驗要目をも加へて、其の教授時間前に行はしむ可き性質のものか、教授後に行はしむ可き性質のものかを決定し、教室に於ける教授並に實驗室に於ける作業と密接に聯繫せしめ、有機的に統一あらしめる様に仕組むことが何より大切である。

教授前に於ける可き實驗

(甲) 教授時間前になさしむ可き兒童實驗。

- (1) 新教授の豫備となす可き目的を有する實驗中、比較的多數の時間を要するもの及び教室内にて實施し能はざる性質のもの。
- (2) 實驗用具が全然家庭的のものにて足り、學校に於て行はんとせば却て其の多くを得るに困難な場合。

- (3) 教授の始又は其の途中に於ける資料となる可き事項で、校外に於て容易に、且つ有効に實驗の機會の得らるゝもの。

(4) 考察味の多い實驗であつて特別の實驗器具を要しないもの。

以上の中に含まれてをる諸項は、豫め其の實驗の要領を指示して、家庭或は適當なる場所に於て之を行はしめ置き、其の結果を持ち寄らしめて便宜其の教授の豫備實驗に代らしめると、有効に利用せられて好都合なことが多い。光、音、熱などに關する事項の中には、時として此の方策に出る方が、教授作業によるよりも却つてより以上の効果を收め得る場合がある。

(乙) 教授時間後になさしむ可き實驗。

- (1) 應用的の實驗中
- (イ) 多大の時間を要するもの。
- (ロ) 家庭に於て行ふ方が却て實行し易いもの。

教授後に於ける可き實驗



(2) 玩具、日用品等に有意義なもの、ある時。

(3) 実験の反覆が一種の意義を有するもの。

(4) 家事又は手工と連絡を取り、相當の時間と技術とを要して効を奏し得る事項。

この部類に屬するものは必然的に應用的、復習的の色彩を帯べる事項が多く、従つて理化教育に關する直接の効果を、父兄にも兒童にも、充分味はすことが出来る材料に富む譯であるから、適當なる指導を加ふるに於ては、家庭に於ける日常生活の改善に資することが出来るばかりでなく、又自然開拓の妙趣をも味はすことが出来て、兒童に工夫と創作とに對する意氣と興味とを加へしめ、ひいては獨創發見の動機をも構成し得べく、こゝに理科教育最後の目的點に近づかしめ得らるゝ可能性もある譯である。

#### 第四章 實驗要目及細目

如述の主旨に基づき、現行の國定理科書に準據して、小學校に於ける理科教授時數の内、兒童實驗に其の十分の三、教師實驗にも亦其の十分の三、残り十分の四を其の他の凡てに割當てるものとして、次の如き實驗要目を編成しその細目を加へた。此の時間配當の關係に就いては、從來幾多の人々によつて種々議論せられてをることがあるが、此の配分の割合ならば何れにも偏せず中庸を得て居るものと自ら信じ、且實際の經驗に富める人々の意見をも徴して其の賛同を得たので、こゝに此の方針に出た次第である。

從來の理化教授に於ては、兎角其の操作の指導を輕視する傾が強く、其の實驗要目細目等に於ても、其の系統的指導方法の如きは、之を捨て、省みないものが多いやうである。時としては全然之を度外視すかの感がないでもない。而し實驗操作は實驗の第一の門戸であり、且實驗能力の根本要素をなすものであるから、重要な意義に於て之を加入し、一貫的に系統を追ふて指導する様に特に考慮を拂ふ必要があるもので、以下のものには此の點に充分の注意を加へた心算である。

次に兒童實驗と教師實驗との配合、連絡等を明瞭ならしめるため、同一實驗項目の下に、上下に對立して之を編入し置き、時間、材料等の關係で相互に融通し得るものは、之を其の備考欄に記入して其の適用に便ならしめたのである。殊に兒童實驗に於て、家庭、郊外、又は其の他で、教授時間前に之を行はしめ置くことを必要とするものには、(前)なる文字を其の要目に冠し、其の時間後に必要なる練習的、應用的實驗は同様に(後)なる文字で之を示すことにしてある。

其他、用具類が、使用始、使用後等に於て何か特別の處理を要するものとか、或は其の實驗に於て特に伴生し易い事項に對する應急的の手續とかは、極めて大略的のものを其の備考欄に記入してある。是等は實驗實施前に一讀して準備や、後始末の参考にし、又其の實驗に於て特に警戒すべき諸點を豫知するに便ならしめるためである。

四 等 水・気蒸水 課六十三	四 等 熱 課五十三	四 等 水	題年、 目課
水の凍結及融解。 水の氣化を實踐する實驗。	熱による膨脹。	體積を變へ難い事。 熱の發生。	實 驗 項 目
(後)水の凍ける時の溫度の測定。 (中)加熱水上の水蒸氣を冷管で検査すること。 (中)沸騰實驗、沸點の測定。 (後)ガラスに呼氣をかけて蒸ること。	(中)固體の長さの膨脹。 (中)球の體積の膨脹。 (中)氣液膨脹實驗器による氣液體の膨脹。 (後)水を充たした鐵瓶を炭火にかけること。 (中)後寒暖計中の水の膨脹。 (後)ゴム種を温める。	(中)スボイドに水を入れて押して見る。 (前)熱傳。 (中)木片と釘との摩擦。 (後)夕方に木片と石の打合せ。 膠を強く摩擦して層に割れて見る。	兒 童 實 驗
食鹽と雪との寒劑で試験管中の水を凍らせる。	柱の間に針金を穿つて大仕掛の膨脹を實驗して見せる。	釘を木板上で摩擦し、その發熱で鐵に點火すること。	教 授 實 驗
(3)の復演。 (4)寒暖計の使用法。	(3)硝子器の加熱法。	(2)強き摩擦の仕方	操 作 指 導
降雪地方は教授實驗を兒童實驗に変更すること。 今後生徒に室内の氣温を測定せしめること。		實驗の具體化を第一要義とする。	備 考

四 等 氣 課四十三	四 等 空 課三十三	四 等 物の重さ 課二十三	題年、 目課
形の變じ易い事。 體積を變へ易く、且つ本壓すと押し返す力の出ること。	形の變じ易いこと。 場所を占めること。 地上に替く存すること。	物の浮沈。 物の輕重の比較。	實 驗 項 目
(中)硝子瓶の位置を變寫しとらしめる。 (後)スボイドに空氣、イナ等につき。 (中)スボイドで空氣泡をつめる。	(中)試驗管を水中に倒立挿入。 傾けて變化を見る。 (前)圓扇と風車	(中)水、石油、鐵片、水銀、塵埃の混入。 (中)氣泡の水中移動。	兒 童 實 驗
密閉瓶の水上に高氣圧の空氣を噴き出す。	密封した空氣を入れたて寄めし種々の形をとらしめる。	等積等實立方體の目方の比較。 等積等實立方體の目方の比較。 立方體の目方の比較。	教 授 實 驗
	(1)スボイドの用法		操 作 指 導
	模倣式で基礎操作を指導し、 指導式を併用すること。		備 考

炭 酸 四 等 課五十四		酸 素 四 等 課四十四		火
性 質。	製法。捕集。	空気の成分。	酸素の製法。 酸素のよく物を燃すこ	火と新しい空気。
(中) 炭酸を助けぬこと。 (中) 石灰水より重いこと。 (中) 空気より重いこと。	(中) 硫酸を石灰石に 下方向換で集める		(中) ガス中の酸素を 分取せしめる。 (中) マツタの餘燼を入 れる。 (中) 點火せる木炭を入 れて見る。 (中) 點火せる硫黄を入 れて見る。	(前) 炭火を燃んにし、 又消すこと。 (中) 竹ボヤと燭火とで 實驗。 (中) アルコールランプ で實驗。 (後) ランプの口金、火 炎、消火で實驗。 (後) 炭火を長持させる 實驗。
水に溶解すること。 無色無臭すること。 安息しめらるること。 動物を	新面池下で連燈を消す こと。 紙製秤皿で秤量。 水に溶解すること。 無臭無味すること。 動物を	水上の佐々木式空気組 成實驗器中で燐を燃せ て見る。 炭酸の量を検査。 炭酸の検査。	燐、硫黄、燭火の餘燼 を入れて見る。	
(10) 試薬瓶の用ひ方。	(8) 氣密發生裝置の扱 ひ方。 (9) 下方向換ガス捕集 法。		(7) 水上置換ガス捕集 法。	(6) アルコールランプ の使用法。

光 四 等 課九十三		雨と風 四 等 課七十三		學年、 日課
影と影法師。	光の直進性。	雲と雲。	風の起りと熱の関係。	實 験 項 目
影と影法師。 影法師の影。	光の直進性。 光の屈折。	雲と雲。 雲の動き。	風の起りと熱の関係。 風の向きを試すこと。	兒 童 實 験
影法師の影。 影法師の影。	光の直進性。 光の屈折。 光の反射。	雲と雲。 雲の動き。 雲の動き。	風の起りと熱の関係。 風の向きを試すこと。	教 授 實 験
影法師の影。 影法師の影。	光の直進性。 光の屈折。 光の反射。 光の屈折。	雲と雲。 雲の動き。 雲の動き。	風の起りと熱の関係。 風の向きを試すこと。	操 作 指 導
影法師の影。 影法師の影。	光の直進性。 光の屈折。 光の反射。 光の屈折。	雲と雲。 雲の動き。 雲の動き。	風の起りと熱の関係。 風の向きを試すこと。	備 考

五 等 硫 課五十三		五 等 鹽食 課四十三		五 等 分秋 課七十二	
亞硫酸瓦斯の作用。	燃え易いこと。	熱により容易に融けること。	豊田式製鹽の模式實驗	溶解と結晶。	太陽運行の模倣。
(中) カメレオン液の漂白實驗。 (中) 植物性色素の漂白	(中) 燐の先端につけて微熱す。 微熱點火の實驗。	(中) 試験管で熱し、昇温による粘りの度昇の變化を見る。		(中) 食鹽水をつくること。 其の蒸發で結晶をつくること。	同右課。
殺菌作用(小蟲を入れる)	硝石と硫黃とを用ひて強熱の實驗。		豊田模型實驗。		同右課。
		(13) 融解操作。		(1211) 溶解の仕方。 (1211) 蒸發で結晶をつくること。	
試験管の硫黃を取去る方法。 少し硝酸を入れ煮た後水洗すること。 亞硫酸瓦斯吸入の緩和。 (硫酸蒸氣の吸入)					

五 等 至夏 課六十			四 等 分春 課六十四		スガ		題年、 目課
外氣の温度の測定。	太陽運行の模倣。	空氣中の水分。	外氣の温度の測定。	太陽運行の模倣。	發生。	空中の炭酸ガス。	實 驗 項 目
同右課。	同右課。		(後中) 寒暖計で毎日測る。比その前後のものを又測るとはれ	(後中前) 立棒の影法測定(同共)	(中) 呼吸中の炭酸ガス。ガスを。出せる炭酸		兒 童 實 驗
同右課。	同右課。	冷水を盛れる器を室内に置き、その面に生ずる水滴を見る。(観察)		同 上。		廣口の大瓶に石灰水を入れ振り白濁すること	教 授 實 驗
							操 作 指 導
							備 考





計時と子振		五 等 課十五		五 等 課九十四		五 等 課八十四	
テンゾ。	振り時計。	長さ一往復の時間。	等時性。	摩擦の大きさと面の性質及減摩法。	摩擦の生ずること。	運動保持の慣性。	静止保持の慣性。
		(中)長短種々の振子を用ひて。		(中)下板に種々なものを敷き、その摩擦の比を比較し、(中)滑りを減らすこと。	(中)水平面上の摩擦。	(中)球と共に運動する車を止める実験。(後)日常事項(慣性)	(前)電車、汽車につきて(中)球の直下の板を去る実験。(後)日常事項及慣性振
同。	要部の個別実験。		メトロノムに合わせて共同的に実験する。	球軸の実験。		運動実験器による実験。	
			等時性実験には長さの大なる振子を使用すると直観に便である。				

秤		五 等 課七十四		五 等 課六十四		五 等 課六十四	
秤の使用法。	天秤使用法。	振り子の應用。	支點の同じ傾に二力の傾く振り子。	支點の傾斜に二力の傾く振り子。	重心。		
(中)秤の零點調整。(後)秤の直下の板を去る実験。(後)日常事項(慣性)	(後)傾斜天秤を造らし、て使はせて見る。	(後)振り子と阿波の日用を同じくして見る。	(中)力の向と振り子の約	(中)傾きの加はる點と(中)傾きの減はる點と(中)振り子の約合。	(中)物體を一點で支へるとき其の重心の位置を發見的に定める。		
	天秤の各部の傾きと其の使用法。						
	(18)天秤使用法見學。						
	秤は目盛のないものを用ひ、兒童に目を感らしめると最も効果がある。						

第六課 第九 さんさうせ			第六課 第八 さんさうり		
硝酸の簡易な製法。	硝酸の性質。	硝酸の性質。	硝酸の製法。	金属に対する作用。	硝酸の性質。
(中)簡易蒸留管にて硝酸を少しく作つて見る。	(中)動植物質に対する作用。 (中)金属に対する作用 (中)硝酸の酸化法。	(中)色、臭、酸性反応につき。		(中)稀硝酸に溶ける金属につき。	(中)色、臭、液状につき (中)酸性反応を呈すること。 (中)稀硝酸の作り方。
レトルト又は簡易蒸留管で硝酸をつくつて見る。	濃硝酸の劇作用。		硝子圓筒内で簡易に硝酸をつくつて見る。	濃硝酸に溶ける金属につき。	稀硝酸の作り方。
(22)蒸留法。					(21)濃硝酸の稀釋法。
			濃厚なるものは危険性があり、稀薄なものも、附着後水分を失へば動植物質を失すから取扱には十分な注意を要する。又濃厚なものは吸湿性があるから使用後栓を充分にして置かねばならぬ。		

第六課 第七 さんさんえ			第五課 一十五 ポンプ			学年、目録
濃酸の性質。	濃酸の製出。	濃酸ガスの性質。	濃酸ガスの製法。	押しポンプ。	吸上ポンプ。	水の吸ひ上げ。
(中)濃酸のトリトマス紙に對する作用。 (中)濃酸の金属に對する作用。	(中)右の上口に硝子棒を持つて水滴を保持して。	(中)右の發生氣を使つて性質を檢べる。	(中)食鹽と濃硝酸とを試験管中で作用させて。	(中)押しポンプの使用實驗。	(中)吸上ポンプの使用實驗。 (後)迎え水の實驗。	(前)硝子管を水中に入れて水を吸ふて見る。
同上の實驗。	發生氣をピーカーの水に通じて。	集氣してトリトマス液の噴上實驗。	同様な實驗をフラスコ中で大仕掛に。			
(20)トリトマス紙の用法。				同右。	(19)活塞の手入れの試し方。	
						考





六 等 課五十二 熱の壓力と氣體		熱の移り方		
過熱水蒸氣の壓力。	熱と密閉氣の壓力増加	熱の移りと衣食住。	輻射による熱の移動。	対流による熱の移り方
	(前)ゴム球を熱して見 る。 (中)氣液膨脹器を熱に 使つて見る。	(後)家庭の用具、衣服 冷等についで保溫、吸 収、反射射熱の關係を 研究せしめる。	(中)輻射の模様をしら べ。 (中)輻射實驗器で輻射 の強度をしら べ。	(中)熱する部分と器内 水溫の昇り方の差 違。 (中)対流粉で液體の對 流をしらべ。 (中)対流實驗器で氣體 の對流をしらべ。
一、過熱水蒸氣の強壓 力を試めず。 (ウオーター クレープ) 一、蒸氣機關。	熱と一般氣體の壓力と の關係を見る實驗。		熱輻射の検査法。	

六 等 課四十二	六 等 課五十 くさ	六 等 課四十 ル—コルア	題年、 目課
傳導による熱の移り方	用途。 酸としての作用。 性 狀。	用 途。 分 割。 性 狀。	實 驗 項 目
(中)傳導の模様を見る 實驗。 (中)傳導の良否をしら べ實驗。	(中)酸性反應。 (中)金屬に對する作用	(中)液狀、香、味。 (中)揮發性。 (中)熱穩定性。	兒 童 實 驗
水が熱の不良導體なる ことをしらべる實驗。	染色及びセルロイドの 接合。	(中)簡易蒸溜管で蒸溜 液、チンキ類、假 漆、松樹膠溶液。	教 授 實 驗
			操 作 指 導
日常事項や家庭生活 に連絡をとることが 必要である。			備 考



電 六 等 課四十三		氣電 六 等 課三十三			石 破 六 等 課二十三		
電 池。	電流の検査。	二種の電氣とその相互作用。	良導體と不良導體。	摩擦による發電。	兩磁極相互間の作用。	指南指北。	磁石の所在及び鐵の吸引。
(中)簡易な種々の電池の組立使用。	(中)磁針の上に電流のある針金を隔て置いて。	(中)驗電器を用ひて。	(中)驗電器を用ひて。	(中)摩擦發電及び帶電體の検査。	(中)磁針を用ひて。 (中)マホメツト指の實驗。	(中)磁針を用ひて。	(中)磁石の所在をしらべ、 (中)砂と鐵粉との混合體の分離。 (中)鐵片と銅片との分離。
	簡易電流計を使って。	同種及び異種の帶電球を用ひて。					中間物を隔て、の吸鐵作用。
(28)電池の扱ひ方。			(27)電氣實驗用具の取扱ひ方。	(26)發電せしめる摩擦の仕方。		(25)磁針使用方。	(24)磁石の始末方。
							磁石は鐵片を合せ異極を揃えて始末すること。

音 六 等 課一十三			色 六 等 課十三				題年、 目録
音の強弱と高低。	音の傳播。	音の源。	透過光による物體の色	反射光による物體の色	分散光を成分とせる白光の合成。	プリズムによる日光の分散。	實 験 項 目
(中)彈簧手で試ましめる。	(中)種々の物質の音を傳へることを檢せしめる。 (中)濡れる布で音の反射の實驗。	(中)彈簧を弾じ聲にふれて試ましめる。	(中)無色の硝子、色硝子を使つてしらべ	(中)白紙、黒紙、色紙につきしらべる。	(中)七色調染を使つて	(中)光學器の一割隙から入る光を厚硝子の突起に當て、つて見ると、 ベクトルをつつく	兒 童 實 験
	眞空鈴の實驗。 鏡を利用して反射音をつくる。	水を入れた水槽の板を胡弓で引いて見る。			プリズムの七色板で、プリズムによる分散光を同大形で他の分散光と合成して見る。	臺附プリズムで壁面又は現はして大スペクトルを見る。	教 授 實 験
							操 作 指 導
							備 考

食 物 六 等 課九十三				電 話 機 六 等 課七十三			
糖類の性質。	種々なる食物中の右三物質の簡易な検査。	蛋白質の性質。	脂肪の性質。	澱粉の性質。	送受話器と電池の連結及び通話。	受話器の作用。	送話の原理。
(中)熱による砂糖の變質。	(中)飯粒中の澱粉の検査。 (中)魚肉中の蛋白質の検査。	(中)熱による凝固。	(中)溶解と凝固。	(中)溶解法並にヨロド液による検出法。	(中)分解式電話機を組み立てて通話してみる。	(中)分解式電話機による受話作用の検査。	(中)輸道にある炭素粒の強弱。附方と電流の強弱。
フエーリング液で糖類の検査。 デアシターゼにより澱粉の糖化。	牛乳中の脂肪の検査。	蛋白質の鑑定。 クサントプロチン反応 (硝酸) ビニレット反応。	エーテルを使用する検査法。	冷熱によりヨロド液に對する反應の相違。	完全な電話機によつて同様の實驗。		
				ヨロドによる澱粉検査は、糊を使つて厚る白い澱粉の塊の検査に利用出来る。			

鈴電・機信電 六 等 課六十三			燈 電 六 等 課五十三		流	題年、 目課
電鈴の原理。	電信機の原理。	電磁石の作用。	電 燈。	電流の發熱作用。	導線の抵抗。	實 驗 項 目
(中)構造の調べと電鈴の作用の實驗。 (中)電鈴と電池と押釦との連結練習。	(中)構造のしらべと作法の實驗及び連結。	(中)電流を給止して作用を見る。 (中)砂と鐵粉との分離。	(中)豆電球と食鹽電池とで。	(中)電池の兩極を細い銅線と鉄線又は鐵の網線でつないで。	(中)導線の長さ、大きさに對する作用を見る。	兒 童 實 驗
	比較的精巧なもので遠距離に互る實驗。	強力な電磁石で其の機械的作業に使用する場合の實驗。	色々の電球につき。	二本の炭素棒を接觸し置いて電流を通じ開き火花の實驗。		教 授 實 驗
					(29)電流の使用法。	操 作 指 導
						備 考



高 一 課 五 十 硫 酸 の 鹽 類				
石膏の性質。	硫酸亜鉛の製出。	硫酸鐵の製法及び性質。	硫酸銅の性質。	硫酸銅の製取。
(中) 純石膏の硬化。	(中) 稀硫酸と亜鉛との作用。	(中) 鐵と稀硫酸との作用。 (中) 溶液と五倍子浸出液との作用。 (中) 茶と鐵劑。	(中) 結晶を熱して結晶水と分つ。 (中) 稀硫酸の簡易検査法。 (中) 溶液中に鐵を入れるときの變化。	(中) 右の實驗の殘留物より。 (中) 銅片を熱したるものを稀硫酸中に入れて。
	上の殘液を集め蒸發せしめて結晶をつくる。			
			(31) 熱するとき水分を出すものゝ加熱法	
硫酸と金屬との作用。 (中) 稀硫酸中に種々の金屬を入れたるものを熱して見ると、銅片は出て、氣を放出する。硫酸の性質を知らるべし。				
硫酸ガス吸入の護和は、硫酸氣を吸ふのがよい。				

高 一 課 四 十 マ グ ネ シ ウ ム ム ウ シ ル カ					
炭酸ガスと炭酸石灰。	石灰の酸に溶けること	鹽化マグネシウム。	マグネシウムと酸。	マグネシウムの燃焼。	カリウム鹽とナトリウム鹽との判別。
(中) 石灰水に炭酸ガスを通過して見ると、變化を起す。熱して見ると、變化を起す。	(中) 生石灰と鹽酸との作用。	(中) 鹽酸とマグネシウム。 (後) 齒汁の性質を知らる。	(中) 酸に溶けて水素を出すことを見る。	(中) 燃焼實驗。	灰汁と炭酸カリ。 (中) 灰汁とアルカリ性灰汁との作用。 (後) 灰汁と洗滌作用。
					硝色反應による。 (コペルト硝子併用)

トシメセ 一 高 課六十二	器磁陶 一 高 課五十二	スラガ 一 高 課四十二
硬化の遅速及び強度の比較。	性状の比較。	色ガラス。 熱による性状の変化。
(後)混合する水、砂漿への分量を種々に調整	(中)四種の陶磁器に就いて、水の有無等を見	(中)硝子管を熱し溶かして、簡単な細工をして見る。 (中)硝子管に重クロム酸カルシウムの溶液をつけて熱し、見つける。
		更に高温に熱して二硝子細工をしてみる。
		(33)簡単な硝子加工法

燐 一 高 課六十	類 鹽 の 酸 硫	題年、目録
黄燐と赤燐。 燐 酸。 燐の熱燐。	明礬の淨水作用。 明礬の製法。 純明礬。(枯礬)	實 験 項 目
(中)黄燐を燃せる瓶の中に水を入れる。燐につきためす。	(中)明礬の結晶を火で焼いて見る。	見 査 實 験
金銀板の両端に別々に黄燐を置き、中程を熱して見る。	硫酸アルミニウム溶液と硫酸カリウム溶液とを混合し、結晶をつくる。	教 授 實 験
	純置実験で正八面体の結晶をつくること。	操 作 指 導 書
		考





高 一 課 二 ル セ			高 一 課 四十三 と 械 器 仕 事		高 一 課 三十三 旋 螺 面 斜	
出と爆發。 ニトロセル ローズの製	シルケットの製出實驗	硫酸紙の製出實驗	組合せ滑車に於ける仕	輪軸及び滑車に於ける 仕事。	螺旋の作用。	斜面の釣合の条件を見 出すこと。
		(中) 時計皿の中で製作	(中) 同右。	(中) 釣合の位置より動 かして着力點の移 動距離を測る。	(中) 押木デと掃木デの 作用。 (中) 押す力と掃木デの の比較。	(中) 高さを色々にかへ て其の釣合の条件 を見出す。
(中) 發煙硝酸と濃硫酸 (中) 試驗管で爆發。	(中) 硝子瓶に木綿絲を 捲き、苛性ソーダ 溶液中で造る。				ゼンマイ秤と彈力計と で以上の實驗を行つて 見る。	
						同 右。

高 一 課 二十三 車 滑			高 一 課 一十三 軸 輪		り 坐			題 年、 目 課
組合せ滑車。	動滑車の効果。	定滑車の効果。	輪軸の應用。	輪軸に於ける力の釣合	移動體の動く方向。	中立の坐り。	重心の高下と傾倒の難 易。	實 驗 項 目
(中) 以上を合せて組合 せ滑車をつくる。 (中) 多数の組合滑車に つきて釣合の条件 を見出す。	(中) 釣合の条件より其 効果を求める實驗	(中) 釣合の条件を見出 し利用上の効果を 求める。	(接) 種々の方面の器具 に就いて。	(中) 釣合の条件を見出 す實驗。	(中) 傾斜面上に球、圓筒 を置いて研究。	(中) 球、圓筒等により	(中) 同一物體に重心の 高下の位置をとら しめての研究。	兒 童 實 驗
せみの使用實驗。			車地の實驗。				斜塔に頭又は安定臺を 加へて。	教 授 實 驗
								操 作 指 導
								備 考
此の考を移すべき日 常事項が多いからそ れにも注意させ、密 接な聯絡を取ること が必要である。								



高 三 十 二 課 比 重・浮 沈			高 二 十 二 課 液 體 の 壓 力				
浮沈子。	液中に沈めた物體に働く浮力。	密 度。	液體の約合。	液體の下壓力。	液體の上壓力。	液體の側壓力。	壓力の傳達。
(中) 浮沈子の實驗をスライド中で行ふて見る。	(中) 等積の諸物體の密度を比較して求める。	(中) U字管による方法。二面の高さの差を求めると。	(中) 噴上水と下相圧とが同じ深さで試す。	(中) 噴上水と下相圧とが同じ深さで試す。	(中) 噴上水と下相圧とが同じ深さで試す。	(中) 噴上水と下相圧とが同じ深さで試す。	(中) 噴上水と下相圧とが同じ深さで試す。
	アルキメデスの原理を示す實驗器を使つて。		連通管を使つて。	液體の下壓力が同じ深さで相等しきことの實驗。			

高 九 二 課 飲 料 水		高 八 二 課 蛋 白 質				題 年、 目 課
飲料水の清淨法。	飲料水の検査法。	アンモニヤの發出。	含窒素有機物の特徴。	蛋白質の反應。	蛋白質の凝固。	實 驗 項 目
(中) 濾過法。	(中) 硝酸銀液を用ひて。硝酸の検査。アモニヤの検査。有機物の検査。有機物の検査。	(中) 銀節を熱して。		(中) ビニールトプロチン反應。	(中) 熱による卵白の凝固。アルコールによる卵白の凝固。塩化マグネシウムによる凝固。タンニンによる凝固。酸による凝固。	兒 童 實 驗
明瞭による清澄の實驗		尿素と苛性ソーダとで。	毛、羽毛、卵白、等を焼いて臭氣を嗅がせる。			教 授 實 驗
						操 作 指 導 備
						考

二 高 課 八 十	二 高 課 七 十 氣 天			二 高 課 六 十 大 氣 及 濕 度 温 度			
凸レンズの屈折 点及び通過光線の屈折	風の起る理の研究。	雲霧の生成実験。	露及び霜の生成実験。	乾球湿度計で湿度の測定。	蒸發と殘液の冷却。	空中の水分。	輻射熱の吸收。
(中)凸レンズで日光を集める。 (中)其の光線を通す ズで板を断る。 レン	(中)風及び射流実験器					(中)冷水を入れたコップ 水滴による。	(中)輻射実験器による と板に相違ある熱り
		急驟膜で織の中に雲霧 をつくること。	エーテルの酸化又は蒸溜 による。	同上の実験。	エーテルを急に蒸發さ せて。		

二 高 課 五 十 比 熱 量 融 解 熱 蒸 發 熱				二 高 課 四 十 大 氣 及 力 壓			學 年、 目 録
蒸發熱。	融解熱。	比熱量。	凝固點に関する實驗。	融解點に関する實驗。	大氣の上壓力。	大氣の下壓力及び側壓力。	大氣の浮力。
(中)寒暖計とカイゼと 種々の液體とで。	(中)水の沸點の測定及 定温沸點の検査。	(中)水の凝固點の測定	(中)水の融解點の測定	(中)水の融解點の測定	(中)大氣壓直感實驗器 を用いて。	(中)大氣壓直感實驗器 を用いて。	(中)ゴム風船玉に水素 を満して。
エーテルの酸化を利用 して水の製出。					サイフォンパロメータ を用いて。	サイフォンパロメータ を用いて。	氣球を排氣筒中に入れ る。空気を抜き去つて見

力電・抗抵氣電・壓電						二 高 課五十二		關機氣蒸 機動發油石	
電氣抵抗。	電流の強さの測定。	電池の連結。	電池の兩極とその電壓の測定。	電位と電流との關係。	電氣の流れより電流の研究。	帶電體間の電氣力。	石油發動機。	蒸氣機關。	
	(中)コイル中に磁針を入れたもので。		(中)ボルト計を用ひて	(中)右の實驗に再三電氣を與へて。	(中)絲で連結した驗電器間。	(中)帶電棒を發電機支臺に載せて。			
(中)同右。	(中)アンペア計と抵抗	(中)行連結の場合につき、全體及び各個の電動力測定。	(中)各種の電池につき同右。	(中)同右。	(中)同右。	(中)鉛を貼つたピンボールで。	内燃機關説明器によつて。	蒸氣機關實驗器を使つて。	

鏡遠望・鏡微顯						二 高 課九十九		二 高 課四十二		題學年、 目課
水蒸氣の壓力。	眼球の作用。	雙眼鏡。	望遠鏡。	顯微鏡の組立及び作用	蟲眼鏡の廓大作用。	凸レンズによつて生ずる像。	實 驗 項 目	兒 童 實 驗	教 授 實 驗	操 作 指 導 備 考
(前)水蒸氣が汽器の蓋を動かすこと。	(中)凸レンズと凹立とで正視、遠視、近視の眼の映像作用を試みして見る。	(中)右の對眼レンズを交換して見る。	(中)二枚の凸レンズで望遠鏡を組立てて見る。	(中)顯微鏡を二枚の凸レンズで組立てて見る。	(中)蟲眼鏡で微細物を見る。	(中)實像を生ずる場合(中)虚像を見る場合。			寫眞機及び幻灯の映像作用。	
金屬フラスコにより單ピストンを動かす。蒸氣機實驗器の安全舞の作用を試めす。	眼球映像實驗器で眼球の作用及び眼鏡の作用を見る。	雙眼鏡使用。	望遠鏡で遠方のものを見せる。	顯微鏡で微細物を廓大して見る。						

高 二 課八十二 發電機			高 二 課七十二 感應電流			解	
電動機。	發電機。	磁極間で電流計に接続したコイルの回転。	感應電流並にその方向の検査。	磁心の効果。	コイルの磁気作用、及び電流の方向と磁極の關係との検査。	銅の化學的精鍊。	食鹽水の電氣分解。
(中)電動機の正轉逆轉の試み。	(中)磁極間で電流計に接続せる發電子の回転。	(中)同上の實驗により感應電流の方向を検らばる。	(中)磁石棒による場合。(中)二重コイルによる場合。	(中)コイル中に磁心を變入れて磁氣作用の變化を見る。	(中)磁針と電流とコイルで。		(中)時計皿中の食鹽水に紙を赤色リトマス紙を浸しその兩端に電極を入れて。
電車、旋風器等の運轉。	手動發電機で電流を生起せしめる。		感應コイルで大仕掛に行つて見る。			粗銅板を陽極として硫酸銅溶液中で。(装置)	U字管内で上の實驗を行つて見る。

高 二 課六十二 電氣分解				學年、目録
水の電氣分解。	鹽酸の電氣分解。	電解質、非電解質の區別。	電力。	電流による發熱とその利用。
	(中)炭素棒と電極として。U字管内で行ふ。	(中)電池、電鈴(或は電燈)及び電極を入れた種々な溶液を組合せて。		(中)電熱比較實驗器を用ひて。(中)磁石の簡易な實驗を鉛筆を用ひて。
水の電解器中に稀硫酸を和した水を入れた。電流を流す。			(中)アンペア計、ボルト計、ワット計、熱計、知熱計、熱電素子を用ひて。	(中)銅線、鐵線、ニクロム線、白金線、炭素線、コイル、電熱器、電熱素子、電熱器の實驗。

## 第二編 實驗各論

### 第一章 尋常科第四學年之部

#### 第一 物の重さ (國定理科書 第三十二課)

一、實驗事項。1. 物の輕重 以上の二項の實驗により比重、密度の基礎觀念をつくること。  
2. 物の浮沈 と。

二、實驗方法。

等質等體積、  
等質異體積、  
異種等體積、  
物と目方の  
比較

- (一) 物の輕重。(教) 物質の種類、及び體積の相違から來る目方の相違。
1. 金屬製等積立方體の目方の比較。等質、等積のものは目方が等しい。
  2. 金屬製二立方體の比較。等質であれば體積の大きいものは目方が重い。
  3. 等積異質の立方體の目方の比較。體積相等的い立方體で一は金屬、一は木片で造つたものを天秤の兩皿にのせて見る。又金屬製の箱をつくり中へ種々の液體を入れ秤つてみる。



(圖一第)

浮沈で密度  
をしらべる  
實驗方法

(二) 物の浮沈。(見、中)

1. 第二圖の如く、試験管に水、石油、水銀を混入し、其中へ鐵片、塵埃等を落して

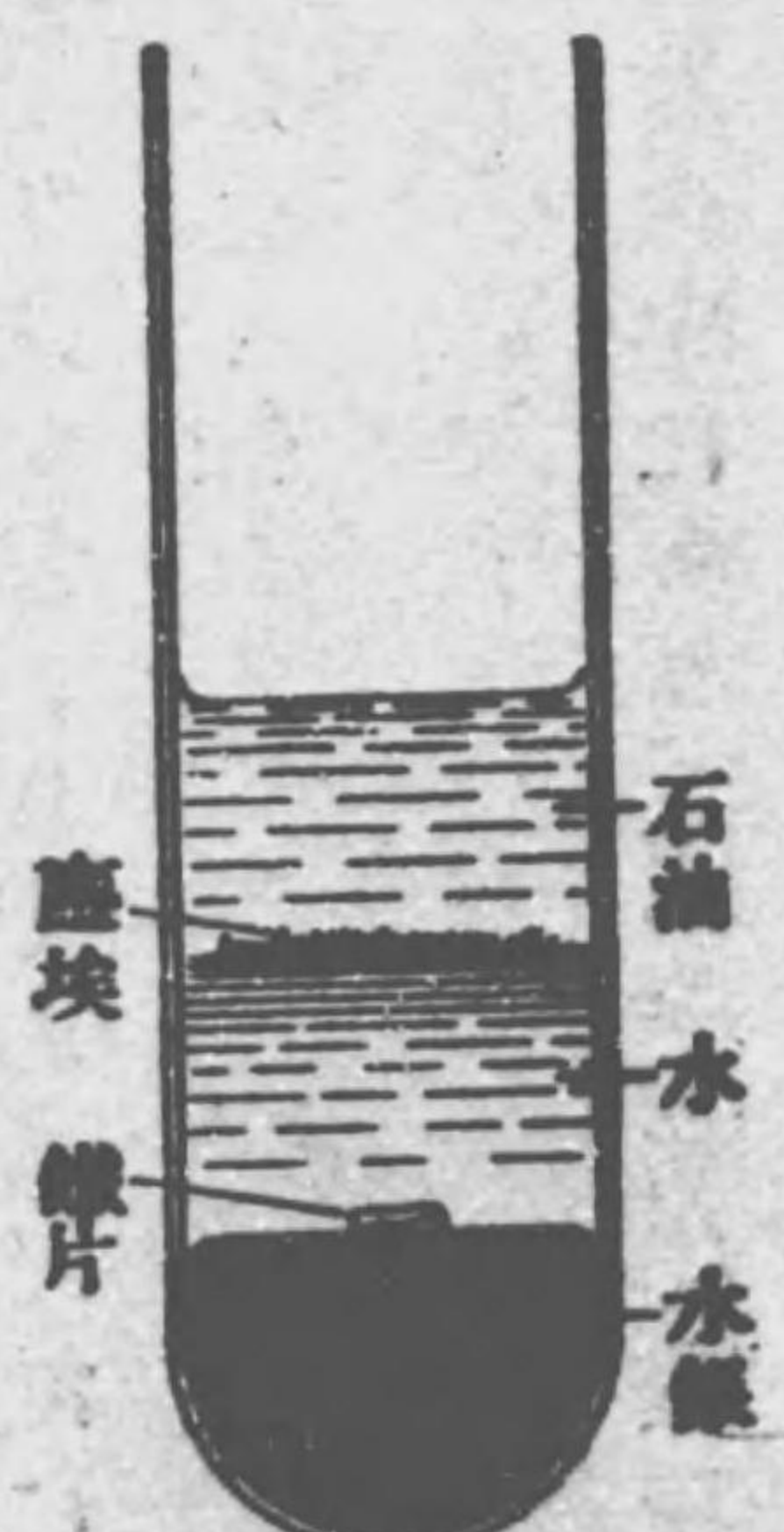
見る。さすれば塵埃は水面に、鐵片は水銀上に浮ぶ。

2. 水中で移動する氣泡、ピーカーに、水を入れ、水

底に達するまで硝子管を挿入して呼氣を吹き入れると、水泡が水面に浮んでくるのが見られる。又試験管に殆ど

水を充し、其の上部に少しの空氣を残して木栓で之を密封し、それを種々に轉廻して氣泡のとり位置をしらべさせる。

是等を總合せしめて浮沈で物の輕重の度が知れる次第を悟らしめる。



(圖二第)

#### 第二 空氣

(國定理科書 第三十三課)

一、實驗事項。本課は一面に於て物質としての空氣の性質を認めしめると共に、他の一面に於て氣體としての空氣の性質を悟らしめる使命をもつてゐる。それで實驗事項としては後者に屬す可き(3)、(4)に加ふるに前者に屬すべき(1)、(2)を以てせねばならぬ。殊に教授者の立場からは更に之を物質の代表とし、氣體代表物として取扱つて行くことを必要とする。それで次の諸項が必要である。

1. 地上に普く存すること。
2. 場所を占めること。
3. 形を變へ易いこと。

題目外の目的



4. 體積を變へ易いこと。

5. 壓すと押し返す力の出来ること。

二、實驗方法。理科教材に就いて始めての實驗であるが、題目夫れ自身が自然現象や日常事項に關係の深いものであるため、家庭や兒童の身邊から實驗資料を選択することも困難でない。かゝる場合には充分の時間を與へ各方面に互つて充分な探究をなさしめることが必要である。必ずしも教授時間中（以下これを（見、中）としてあらはす）に行はしめずとも、教授の入門、伏線として必要なるものは豫備的に家庭（以下之を（見、前）としてあらはす）で之を行はしめ、又應用的に行はしめて價值のあるものは授業後（以下之を（見、後）としてあらはす）に廻し、家庭、運動場、その他適當な場所で適當な機會に行はしめるやうに仕向けることが必要である。

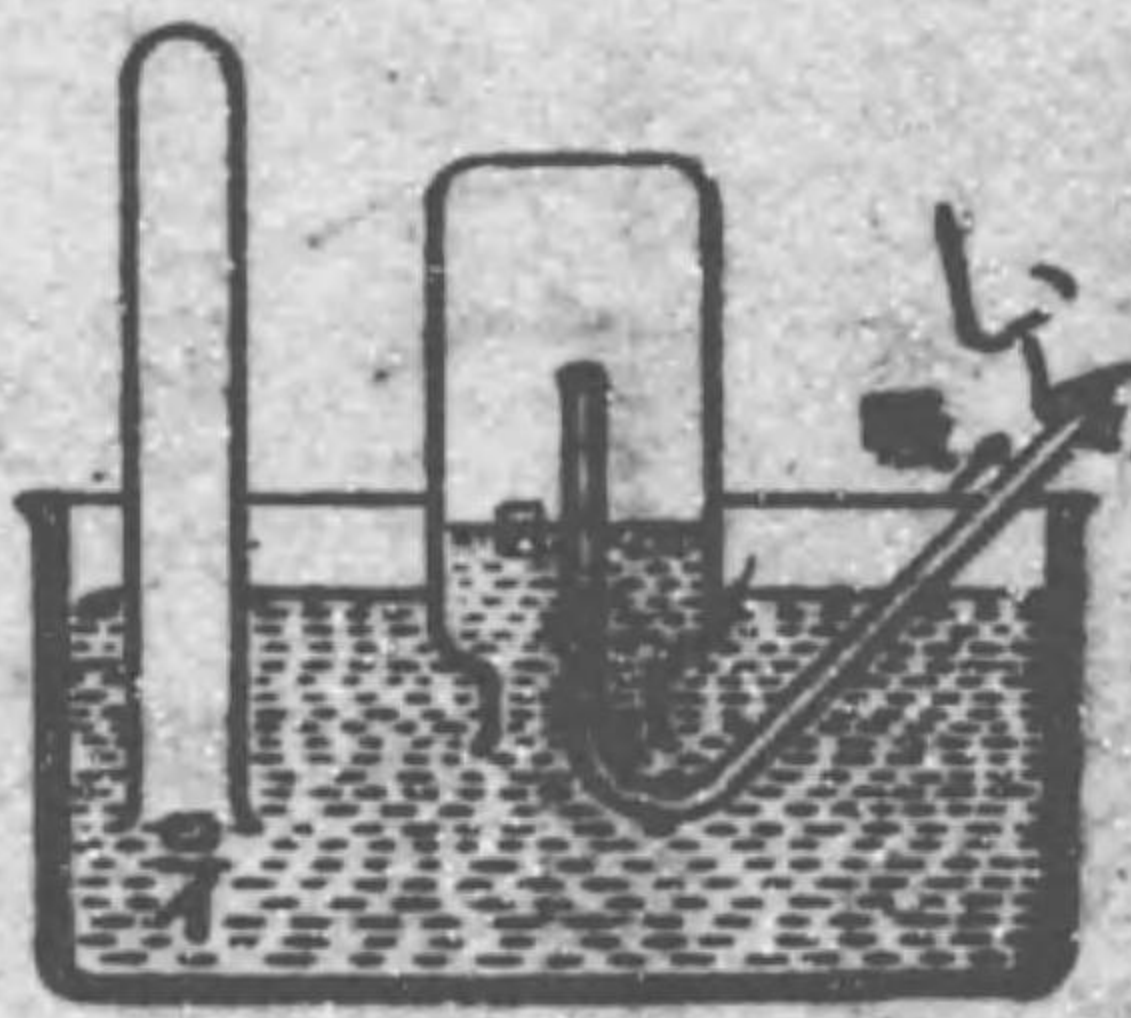
(一) 地上に普く存すること。

(見、前) 1. 團扇にて扇ぐ時又手を振り動かす時は空氣の流動が體に觸れる、之により空氣の地上各所に普く存することが知れる。

2. 風車の廻轉するのは空氣が地上に存在しそれが流動して之に當る爲である。故に團扇で風車を扇ぐと、すぐ廻轉して空氣の存在と其の流動とがよく知れる。

(二) 場所を占めること。

(見、中) 試驗管を倒立して水槽に押し入れても水は其の中に入らない。此の際着色

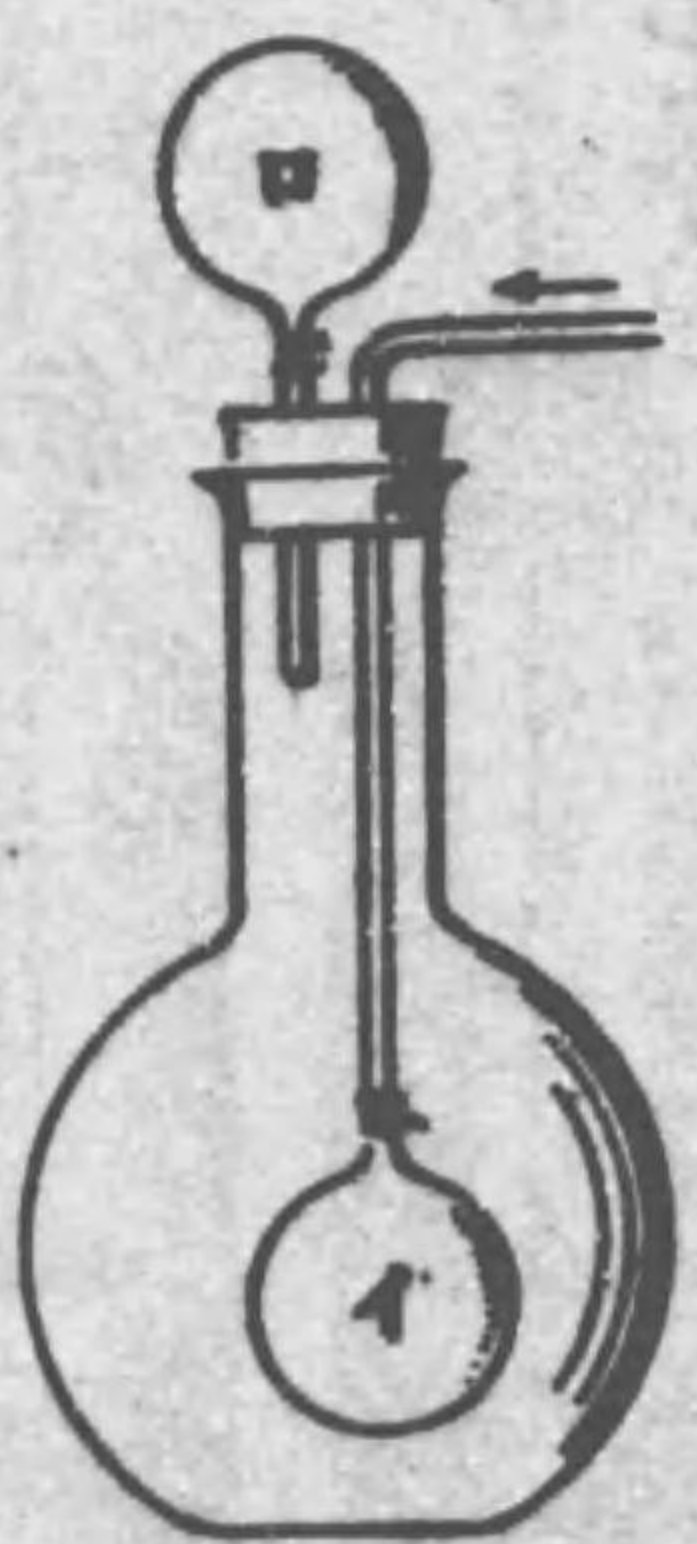


(圖三第)

コルク片(イ)を圖の如く管口に置く時は水面の境界を明らかに知ることが出来る。此の時管を傾けて中の空氣を逃れ去らすか、下より曲管を挿入して空氣を吸ひとる時の變化を注視せしめると本實驗の目的を深く味ははすことが出来る。

(教) フラスコにゴム風船玉による擴充性の實驗。第四圖に示せる(イ)、(ロ)は共にゴム風船玉である。今(イ)に呼氣を送れ

ば、フラスコ内の空氣は(ロ)球に移り、(イ)球は膨大する。此の實驗に於ては(イ)(ロ)共に薄質のゴム球を用ゐ、其の膨脹度が自ら同様に現はれる様にすることが必要である。又單に膨脹のみでなく、膨大せる(イ)球が縮り中の空氣が出てしまふ時(ロ)球が如何になるか、其の變化に注意せしめることが更に肝要である。



(圖四第)

(三) 形を變じ易いこと。

(見、中) 活塞をば半ば引き出したスポイドの先端を水中に沈め見るに、其の中に空氣のある限り水は入らない。次に圖の如く活塞を押し入れるとスポイド内の空氣は小水泡となり噴き出て、空氣の形を變じ易いことが知れる許りでなく空虚であると思ふ所に普く空氣の存すること迄も同時に實驗することが出来る、此の方法は頗る容易で初年級の兒童

空氣の體積を變へ易い實驗  
押すと押し返す力の出来ること  
の實驗



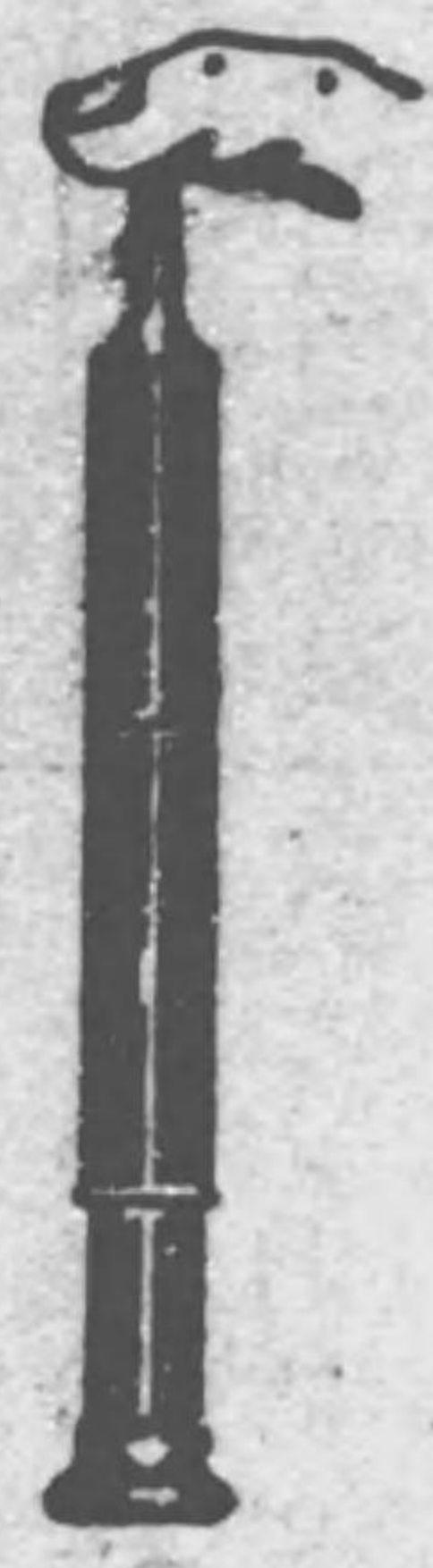
(圖五第)

にも適し、水中に漏斗を押し入れる實驗に比べると數等優つてゐる。

此の場合に水を充して倒立した試験管の直下に水泡を出さしめ、空氣を其の試験管内に集合せしめると一層面白い實驗が試みられる。此の操作はやがて水中で置換により瓦斯を捕集する場合の豫備的練習ともなる譯である。

(教) 空氣を少し入れた膀胱囊を使つて種々に形をかへて見る。膀胱は豫め水でしめして置くと丈夫で都合がよい。

(四) 體積を變へ易いこと。  
押すと押し返す力の出来ること。



(見、中) 1 スポイド實驗。  
(第六圖)

スポイドの活塞を半ば引き出して圖の如く先端を指で塞ぎ、次に活塞を強く押すと、壓搾された中の空氣は體積を容易に變へて小さくなる。其の時急に活塞を放せば押し返される。此の實驗に於ては壓縮度の強い程、押し返す力の増すことに注意せしむることを必要とする。

新様な實驗は全く兒童の直感で理解されるので、かういふ直感によらしめることが兒童

萬能ポンプ

實驗の大切な一面である。

2 水を入れたスポイド中に大豆程の空氣を残し、密封して活塞を押す時は氣泡の縮小するのが見られる。

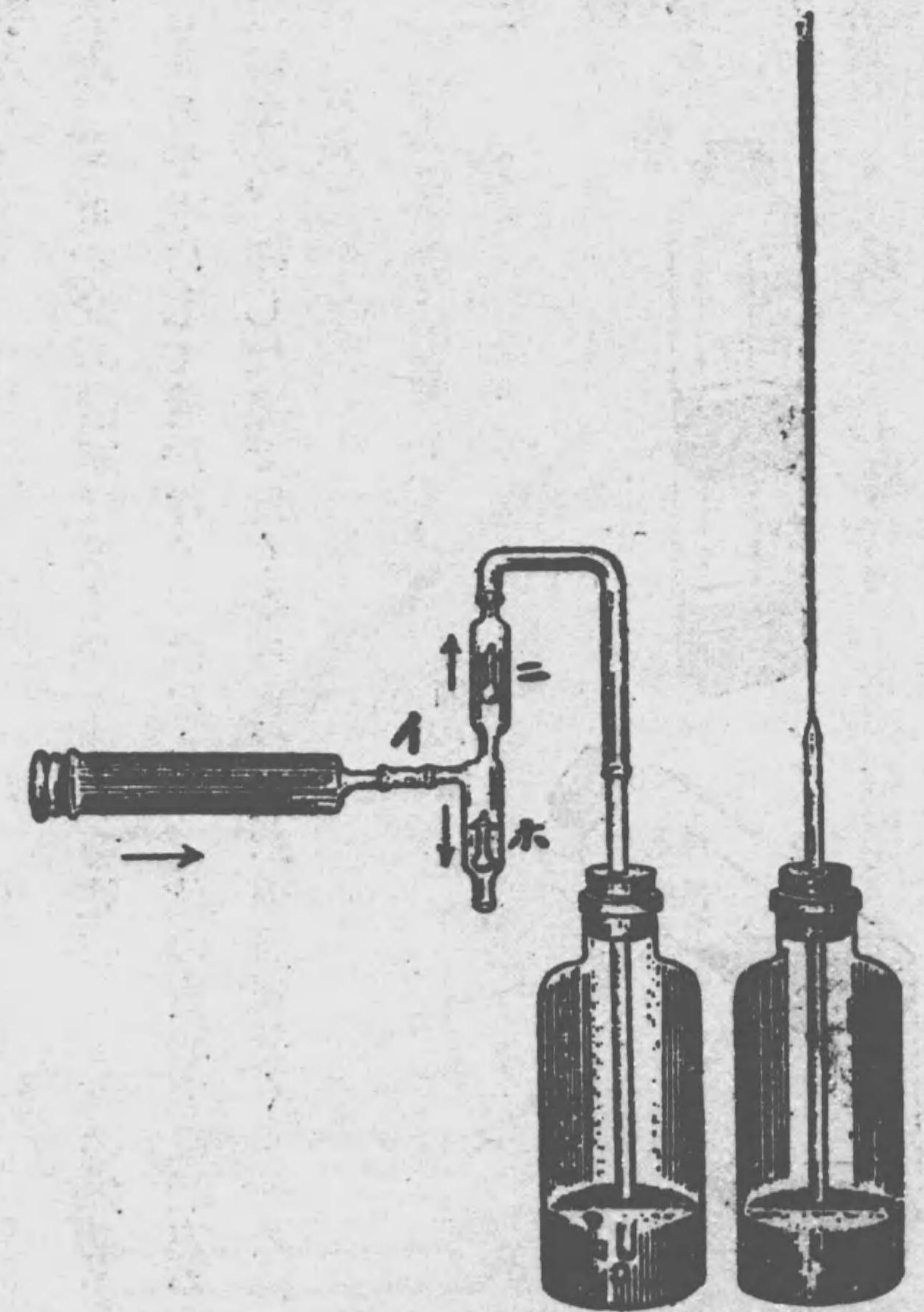
(教) 1. 空氣鐵砲。硝子製空氣鐵砲で以上の理を明確に示すこと。(第七圖)  
2. 密封器の水上に壓縮した空氣を作り噴水を行ふこと。萬能ポンプを使用し

て圖の如く少量の水を入れた瓶中に空氣を壓入した上誘導ゴム管を去ると壓縮空氣の押し返す力で水の強く吹き上げられるのが見られる。(第八圖)

(見、後) 紙鐵砲、空氣銃、空氣枕、自轉車タイヤ等につき研究さす。



(圖七第)



(圖八第)

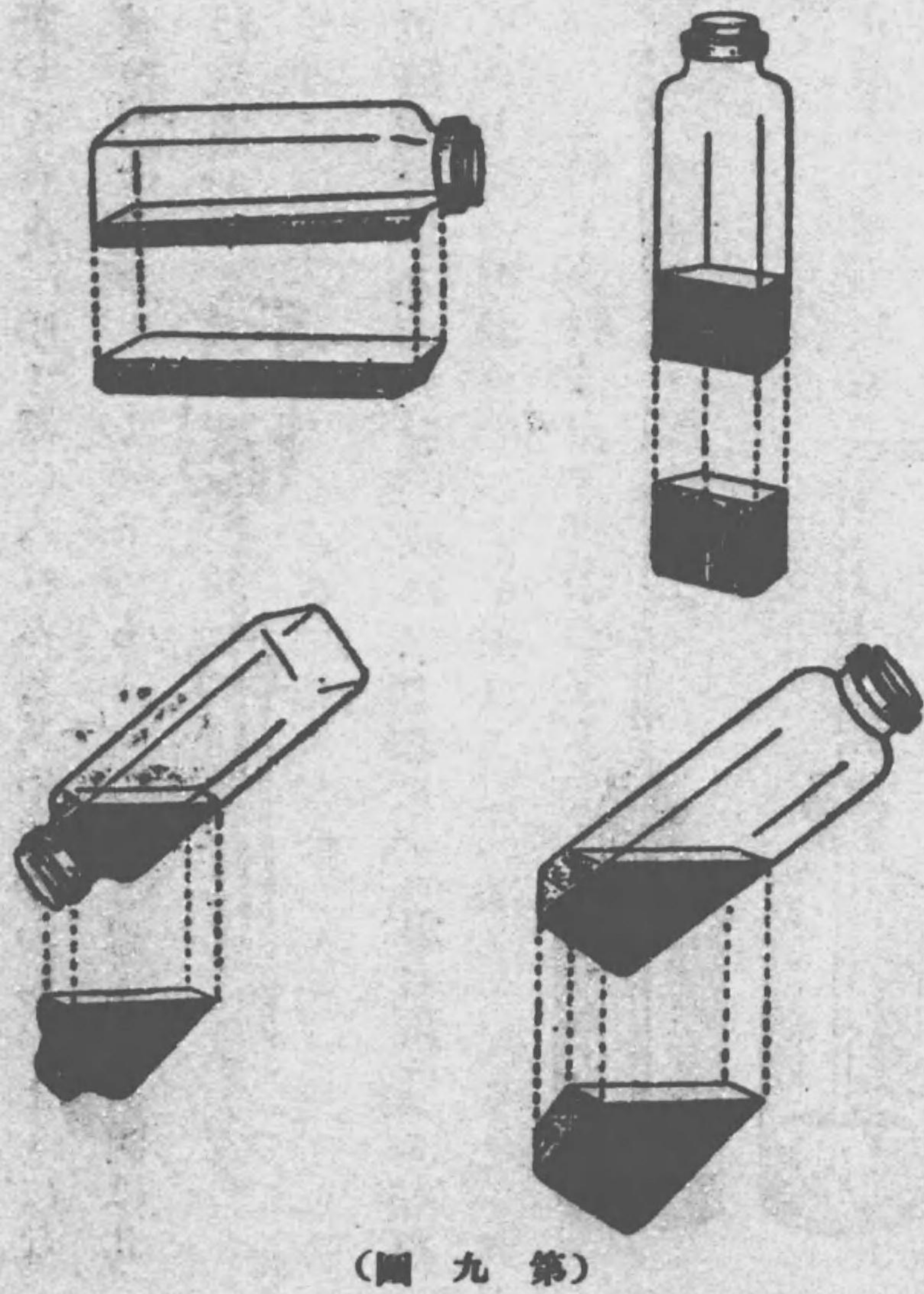
三、操作指導及び用具の手入。  
スポイドの用法及び手入。スポイドの活塞は薄くワセリンを塗布して其の運動を圓滑にし、且内外筒がよく密着するやうにして置かなくてはならぬ。此の實驗では活塞を押し或は放つ事を手早くするのがよい。押した儘で長くゐると空氣が兩筒間をくぐりぬけて漏れるきらゐがある。

### 第三 水

(國定理科書  
第三十四課書)

一、實驗事項。本課は液體の共通性を探らしめるのを主なる眼目とし、其の代表物として水をとつた譯であるから實驗事項としては次の二項を缺いてはならない。

1. 形を變へ易いこと。
  2. 體積を變へ難いこと。
- 二、實驗方法。
- (一) 形を變へ易いこと。



(見、中) 着色液を種々の形をしてゐる、硝子器に入れると其の器物の形のままになる、其の變つた形を寫し留めて其の印象を深からしめるのもよい方法と思ふ。右圖は其の一例を示したものである。



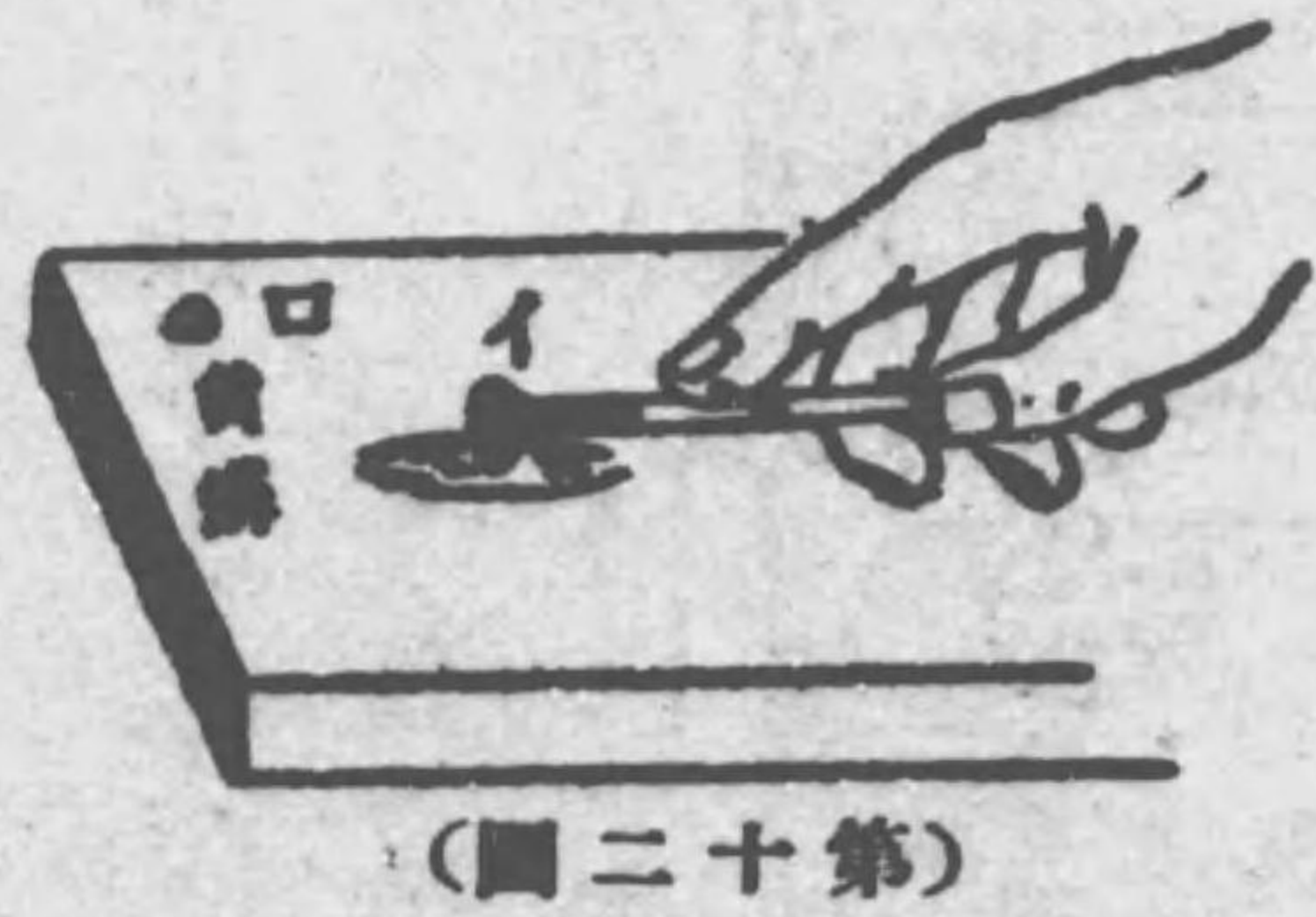
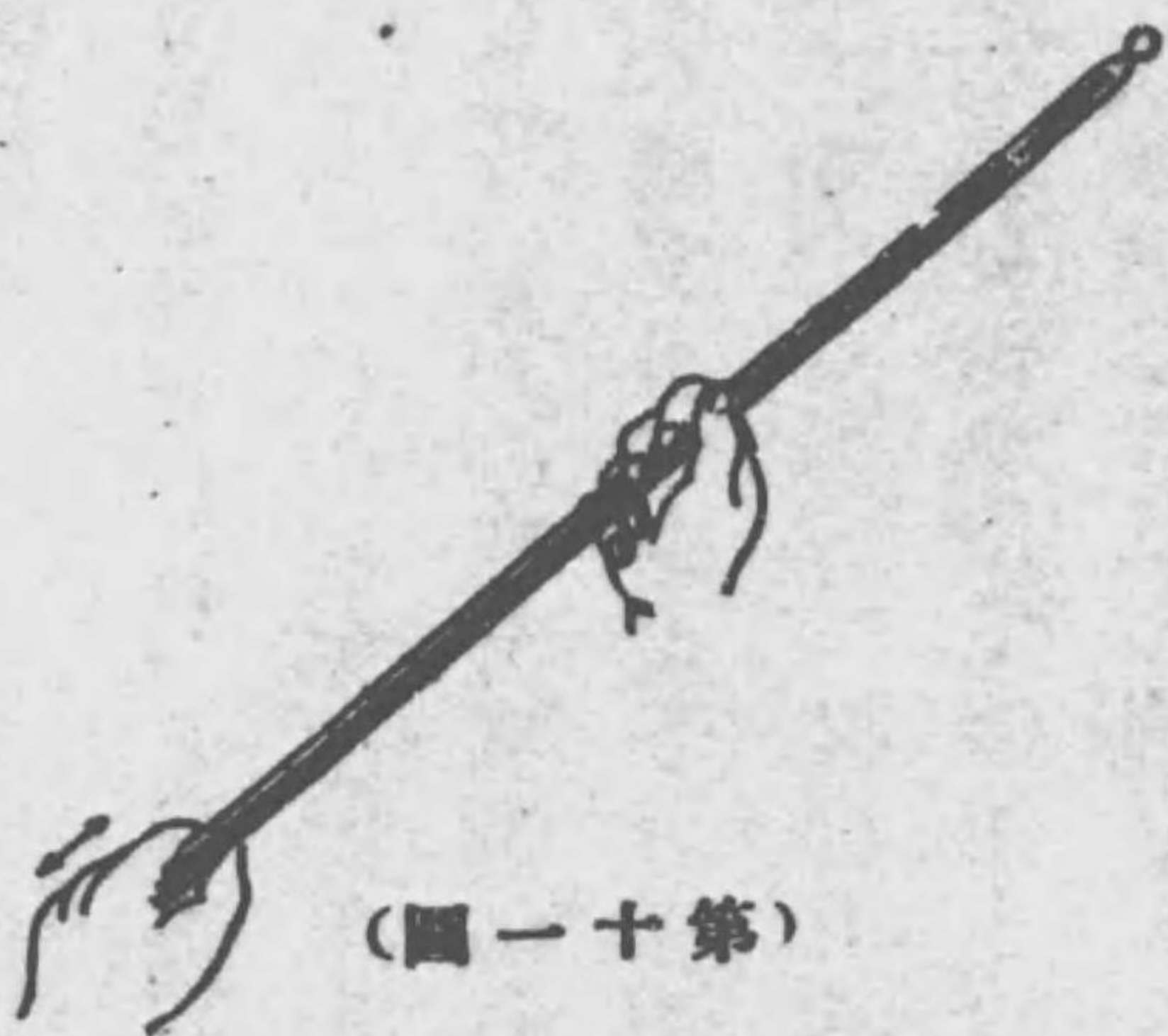
(見、中) スポイドに水を入れて密封し活塞を押し込むで見る。水は壓縮し難いから活塞は少しも動かない。  
(教) 第十圖の如く密閉器内の水を活塞で押し見て、其の動かないことを示す。

### 第四 熱

(國定理科書  
第三十五課書)

- 一、實驗事項。1. 熱の發生。  
の變化。
2. 熱による物の長さ及び體積

- 二、實驗方法。
- (一) 熱の發生。
- (見、前) 熱の發生について色々の試みをなさしめる。

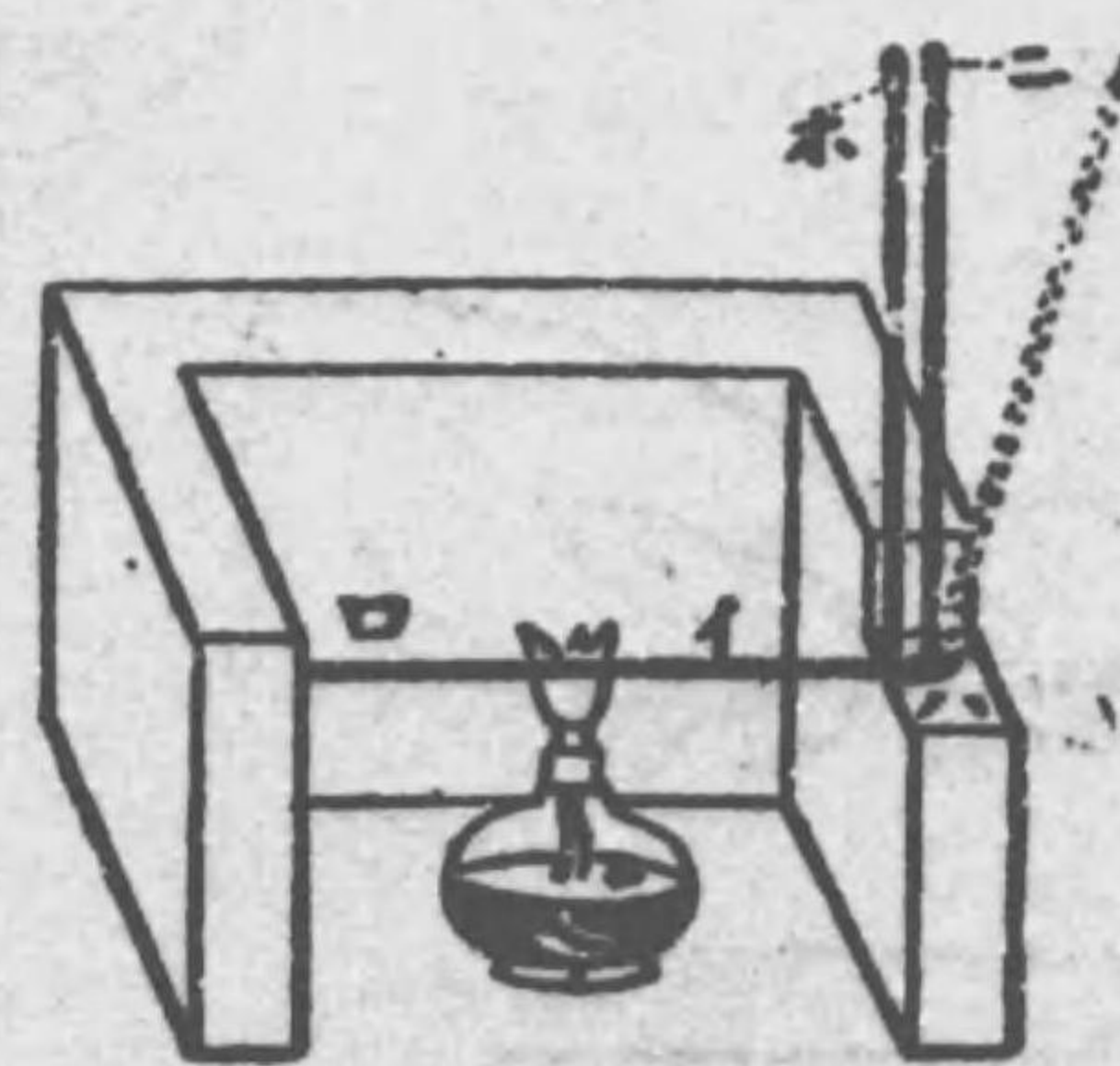


(見、中) 1. 燃焼。火の燃える時熱の生ずること。  
 2. 第十一圖の如く木片と釘との摩擦によつて熱を發せしめ、又寒暖計の球部を手指で摩擦してその温度の上昇を見させる。

(教) 同前。木片と釘とを摩擦して發熱せしめ、其の釘(イ)を黄燐の小片(ロ)に觸れ發火せしめる。(第十二圖)

(二) 熱によつて固體が長さ體積を變化すること。

(見、中) 1. 棒の長さの變化。第十三圖に於ける(イ)は鐵、銅其他の細い棒で、一端(ロ)は固定し、他端(ハ)には小孔があいてある。それに針(ニ)を立てる。(イ)を圖の如く熱すると膨脹して(ニ)の針を動かす様になる。膨脹の眞の長さは極めて少ないが、挺子の理で、



(圖三十第)

(ニ)の針は餘程大きく動くのである。針

(ホ)は其の動きを比較するためのものに

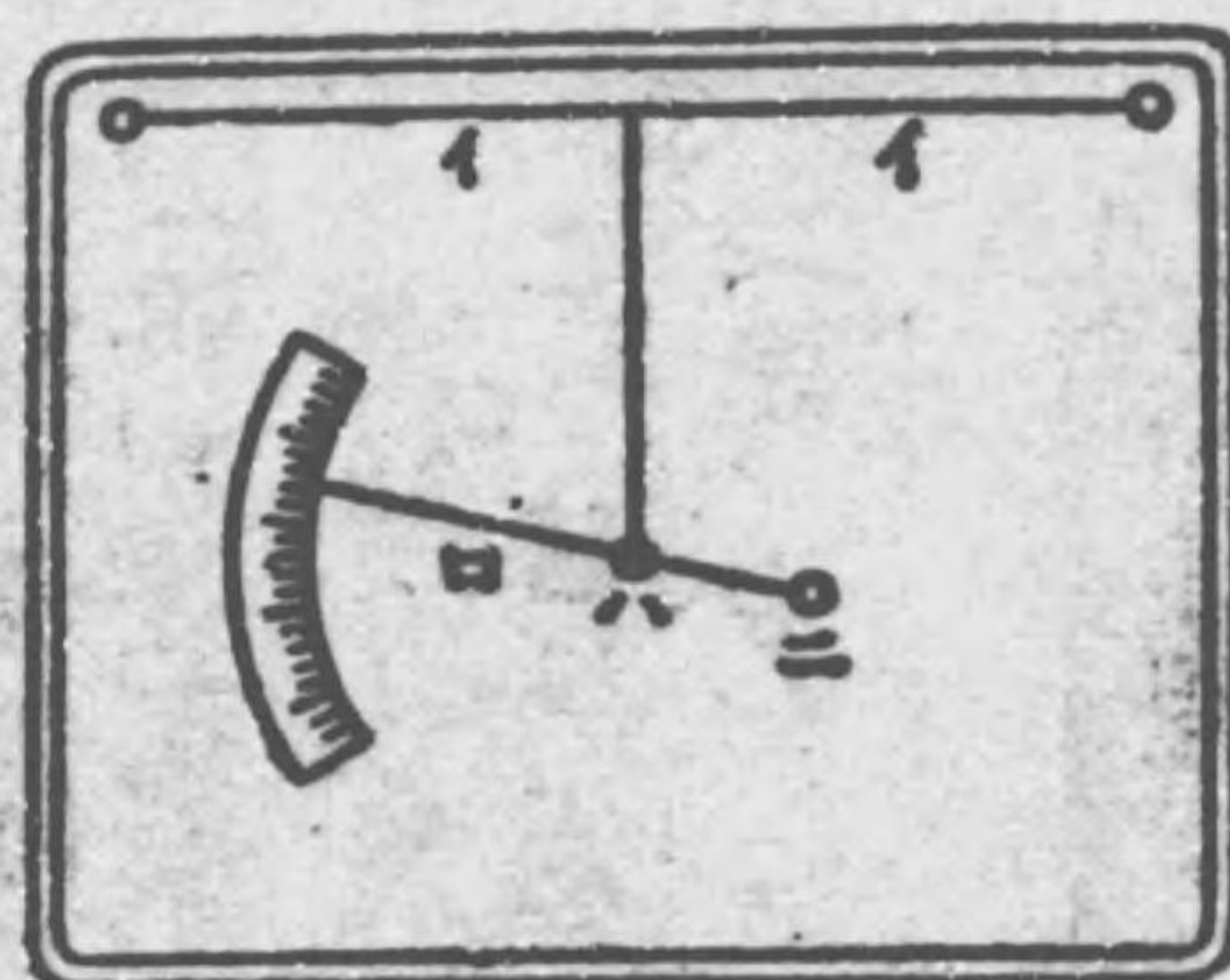
外ならない。

2. 同じ目的のものに第十四圖の如き

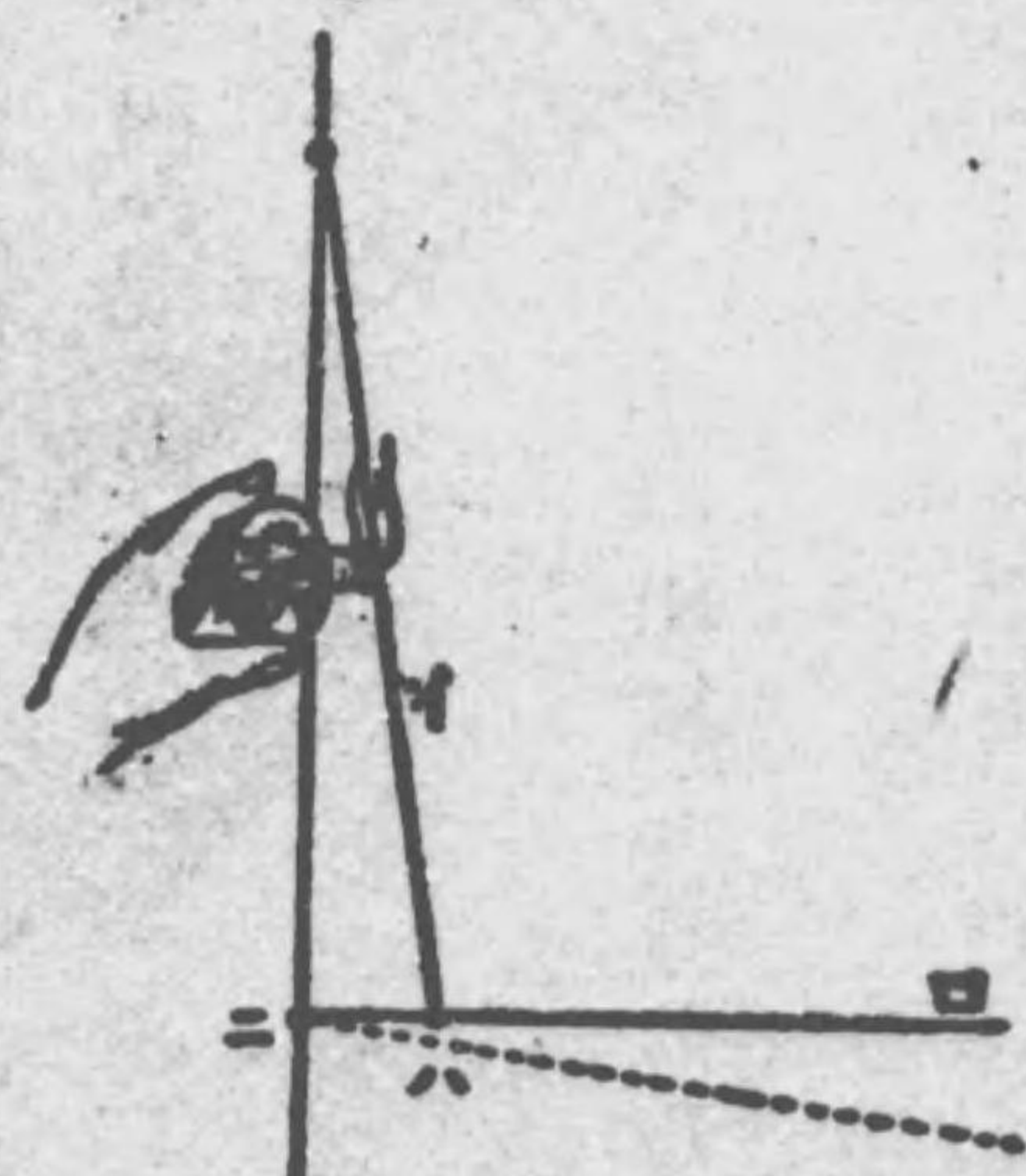
装置がある。(イ)の針金が伸びれば(ロ)

の針が下るのでわかる。(ハ)、(ニ)の距

離が小なる程針(ロ)は鋭敏に動く。



(圖四十第)



(圖五十第)

長さの膨脹  
する實驗

固體の體積  
の膨脹する  
實驗

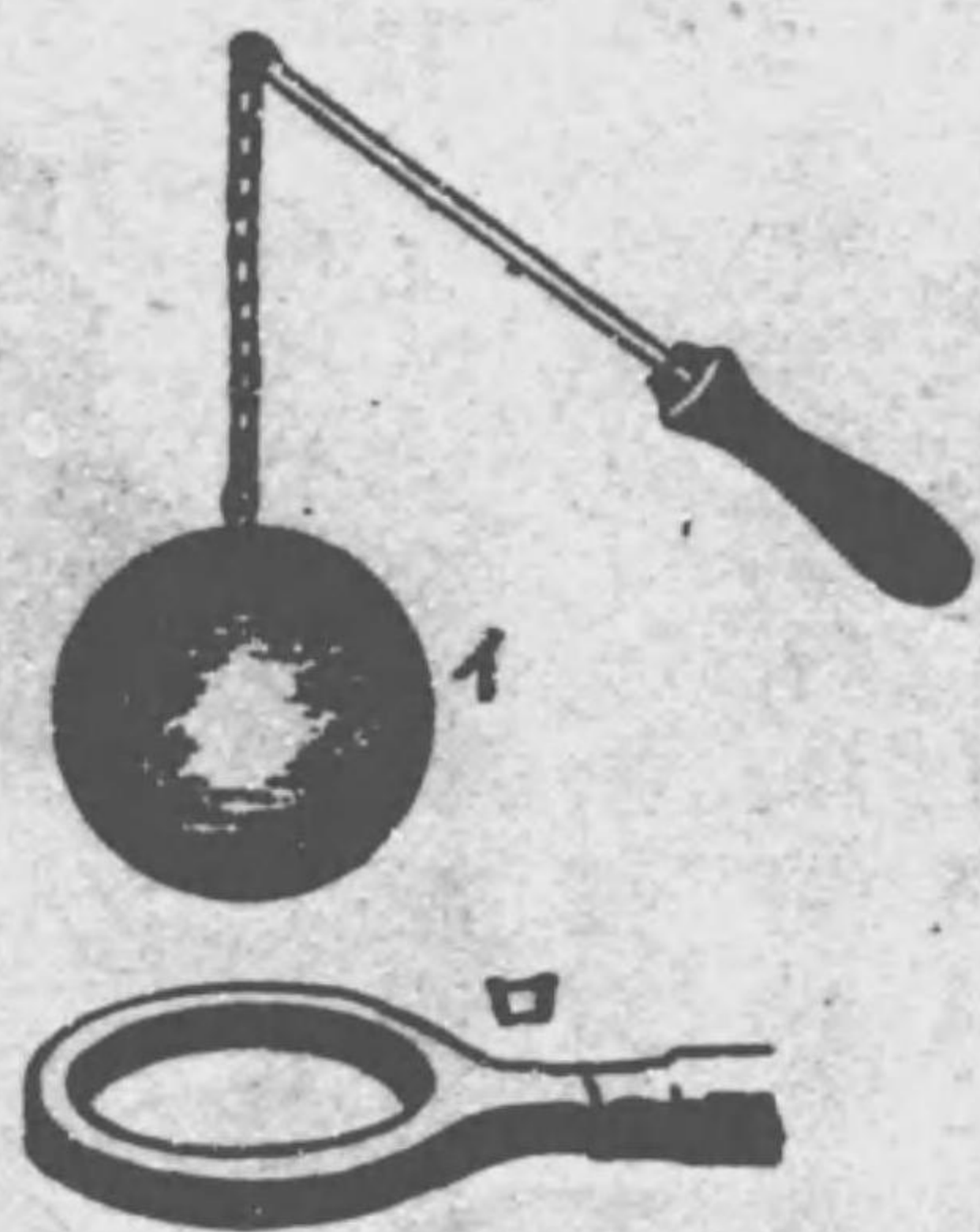
3. 矢張り同じ目的で第十五圖の如き装置もある。(イ)の針金が伸びると(ロ)の針が下る。(ハ)、(ニ)の距離を少なくする程敏感なことは前實驗と同様である。

(教) 柱の間に第十四圖の如く針金を引き張つて大仕掛に實驗を試みる。此の實驗は電線が夏季に伸長して垂下する事實等と比較する機會がつけられるので好都合である。

(見、中) 4. グラブサン球の實驗。第十六圖に示す(イ)金屬球は常温では容易に(ロ)

輪を通過するが、(イ)球のみを強く熱すると膨脹して通過することが出来なくなる。此の實驗に於ては、又球輪共に熱して之を試ましめ、内方膨脹のない次第を窺はして置く必置がある。

5. 此の長さの膨脹と體積の膨脹との兩方を兼ね示す實驗器に島津立案の金屬兩膨脹試驗器といふものがある。第十七圖に示す如き棒状の錘と、其の長さ及び大きさが丁度通り得られる程度の溝及孔を備ふる板とからなつてを。此の棒状の錘は常温では板の溝及孔に密合するが熱すると是等に嵌まらなくなる。此の器械を利用すると二途に互る實



(圖六十第)

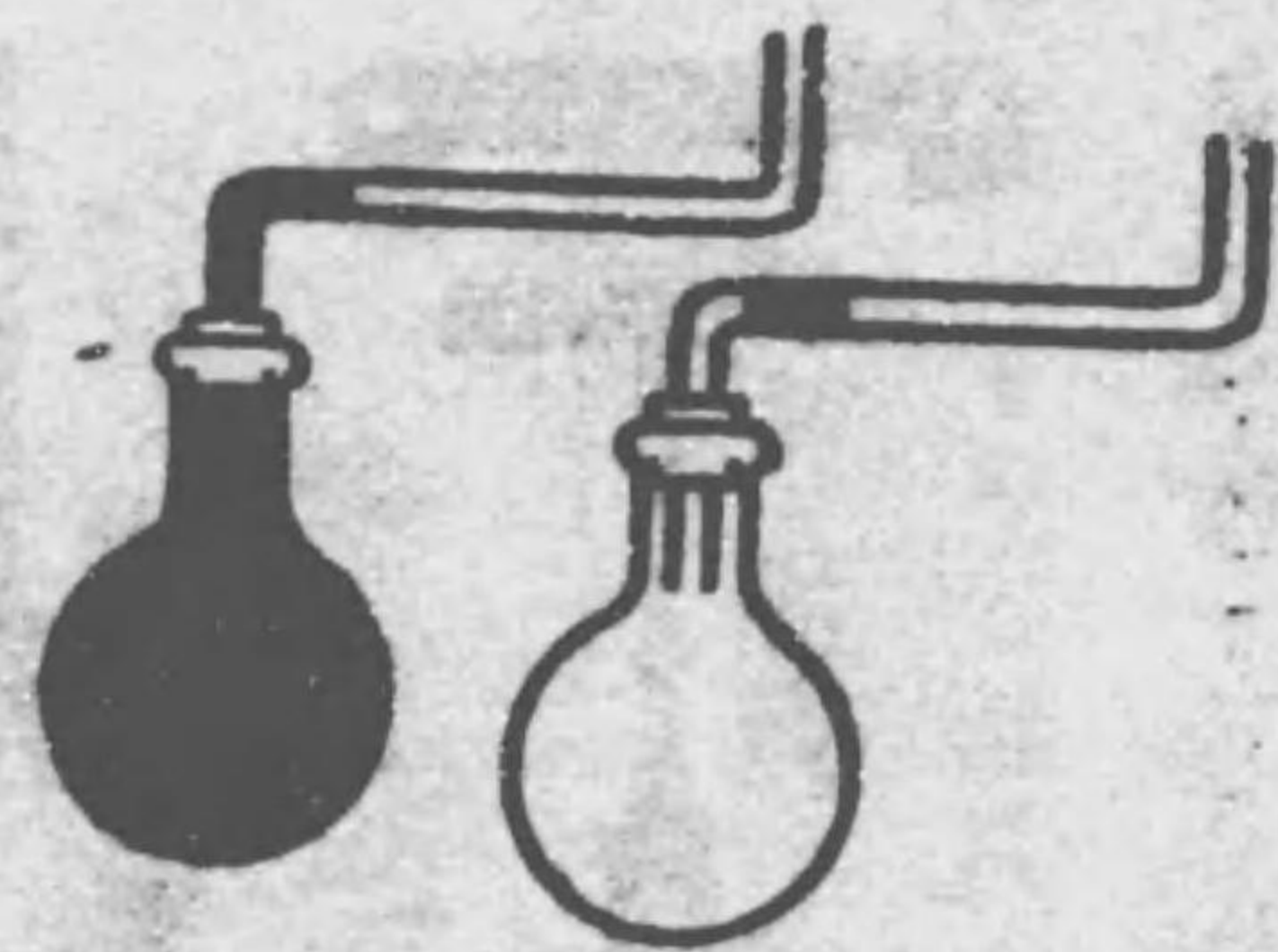


(圖七十第)

驗が簡易に一つの器機で行ひ得られる。

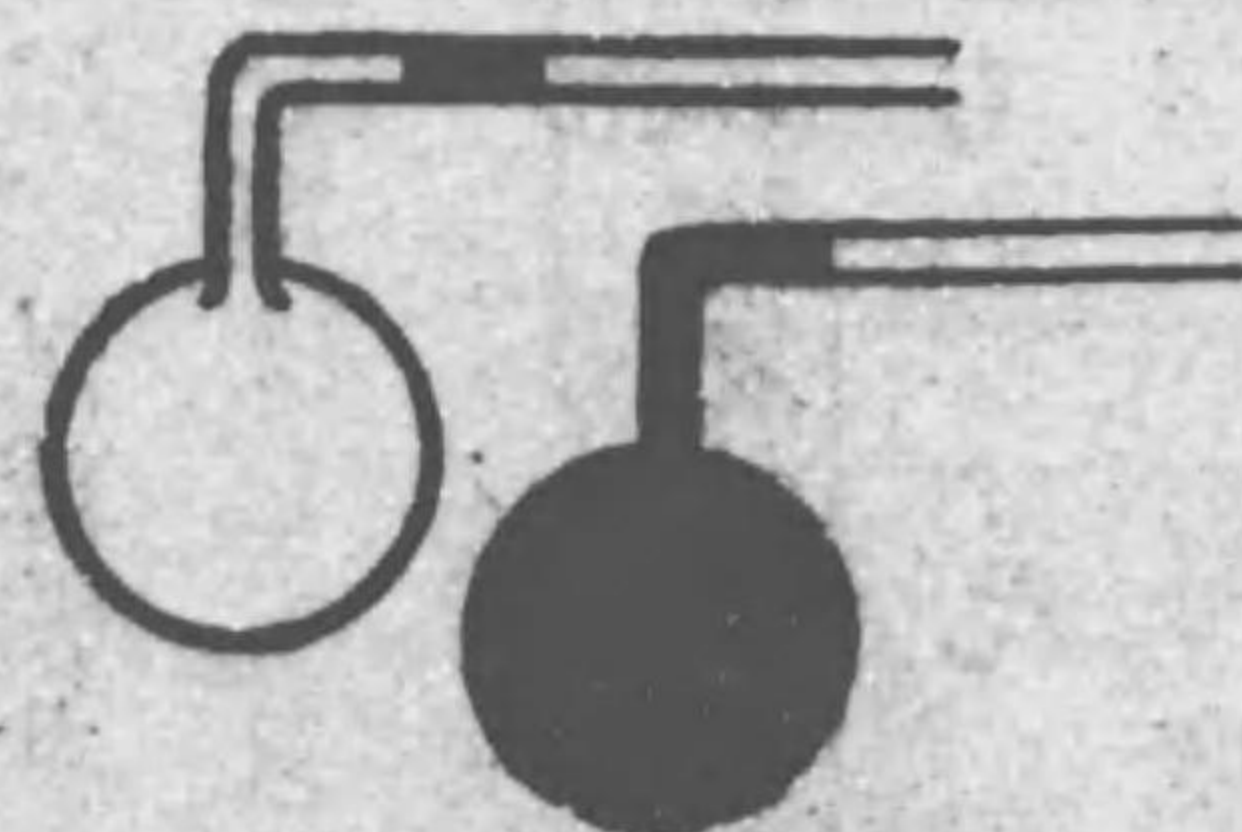
(三) 液體氣體の膨脹。

(見、中) 1. 氣體の膨脹。第十八圖のフラスコ(イ)に着色水滴入硝子曲管附の栓を挿入する。



(圖八十第)

此のフラスコは手を觸れて暖めても、其の内の空氣は膨脹して、着色水を其の外方に押し動かす。火にかざす時は殊に烈しく現れる。  
2. 液体の膨脹。圖の如くフラスコ(ロ)に着色水を充たせ、曲管の水平部の一端に其の頂點をあらしめる。之をランプ上で充分温めると水は膨脹して水平部に達し更に進出する。之を前實驗と併へ行つて見て比較すると、氣液の膨脹の程度を、對照することが出来る。



(圖九十第)

以上はむしろ教授實驗として行ふ可きで、兒童實驗には第十九圖に示す如き装置の方が輕便に取扱はれて都合がよい。  
(見、後) 1. 鐵瓶に水を充たして炭火にかける。そして温まるにつれて湯の溢れ出るに注意する。

2. 寒暖計により温度を計る。ビーカールの湯の中に寒暖計を挿入して水銀面上昇を見せ、一般の寒暖計が水銀の熱による膨脹を利用した物であることを知らせる。

3. ゴム球を温めて見る。

三、操作指導。

1. 強く摩擦の仕方。斜め下方に強い力を加へて摩擦すること。  
2. 硝子器の加熱法。廣く徐々に熱することを本體として急に強く一部分を熱してはならぬ。又なる可く其の下に金網を敷いて加熱を始める様にするのがよい。

### 第五 水蒸氣、氷 (第三十六課)

一、實驗事項。

本課の内容は日常見馴れてをる可き筈の事柄であるが、兒童は一般に此の方面の確實な觀念に乏しいやうであるから、實驗的に充分體驗せしめる必要がある。

1. 水が水蒸氣となること。
2. 水の凍ること、及び氷の融けて水となること。

二、實驗方法。

(一) 水が水蒸氣になること。

(見、中) 1. 加熱水上の水蒸氣と冷管。フラスコに三分の一程水を入れ、之を靜かに熱するときは水蒸氣が出て来る。その水蒸氣は目に見えないが、フラスコの口に近い所で凝縮して細い水滴となつて次第に附着するのが見られる。又冷水を入れた試験管を、其のフラスコの口から入れると、其の表面に水蒸氣が凝縮



(圖十二第)

水蒸気は空  
氣に比べる  
と其の三分  
の二の重さ  
であるが、  
湯気は空氣  
の七百七十  
倍の重さが  
ある  
簡易蒸溜管  
による沸點  
の測定。

して水滴となつて附着する。此の時の加熱は緩やかにし、フラスコ内の水温を五十度（攝氏）以下に保つ様に注意することを必要とする。フラスコ内の水温が是以上になると、其の口より出る水蒸気が湯気に變つて白く見え始めるのでよくない。湯気も何も見えない所に蒸發の行はれてゐる次第を窺はすのであるから此の注意が肝要である。

2. 沸騰實驗及び沸點の測定。簡易蒸溜管に少量の水を入れて第二十圖の如く装置する。其管口を塞げる木栓に寒暖計を挿入して其の球が水面から少しく離れてをる様にす。酒精燈で徐々に其の中の水を沸騰させ、側口より湯気が盛んに出る様になつてから其の寒暖計の示す温度をしらべる。

（見、後） 硝子に呼吸をふきかけて曇ること。之は兒童が無意識に行ひ又一種の惡戯としてよく行ふことである。本課では其の理由を探究する意味に於て之を行はしめると、有意義なる教授後の一兒童實驗を構成することが出来る。

（二） 水が凍ること、氷が融けること。



（圖一十二第）

（見、中） 1. 氷の融ける時の温度の測定。ビーカーに碎氷を入れ、少しく融けた時を見計つて寒暖計を入れ、其温度を測らしめる。此實驗に於て其氷の全部が融け終る迄温度に變りがなく終始零度を示すことに注意せしめることが出来れば上々である。

結氷の實驗

（教） 水の凍ること。漏斗中に碎氷と食鹽とを二と一の割合に混じて入れ、第二十一圖の如く試験管に少しく水を入れたものを其の中に立て冷却さす。暫時の後其の試験管を取り出し、外部を手で温めて内部の水を脱離の上滑り出さしめる。

（附） 最も有効な寒劑。雪……………四 攝氏零下五十五度  
結晶鹽化石灰……………六

三、操作指導寒暖計に關して。

1. 寒暖計に對しては其の最高の目盛と、最低の目盛とに留意して使用し得る範圍を定めること。此の注意を怠ると不當な使用をして之を損じ、或は實驗のやりなほしをせねばならぬ様な事になる場合もある。
2. 目盛を讀みとる場合には、計内の液柱に對して視線を直角ならしめる様に習慣づけることが肝要である。
3. 兒童は兎角兩手を用ひ、其の片手で寒暖計の球部を握らんとするので困る。空氣の温度の測定にさへ往々此の注意を缺く者がある。
4. 攪拌操作を寒暖計で行はない様に注意すること。
5. サックに寒暖計を始末するときは靜かに入れること。勢よく入れると球を壊す恐がある。

此の頃より寒暖計で毎日生徒に室内の温度を測らすことを始めるとよい。

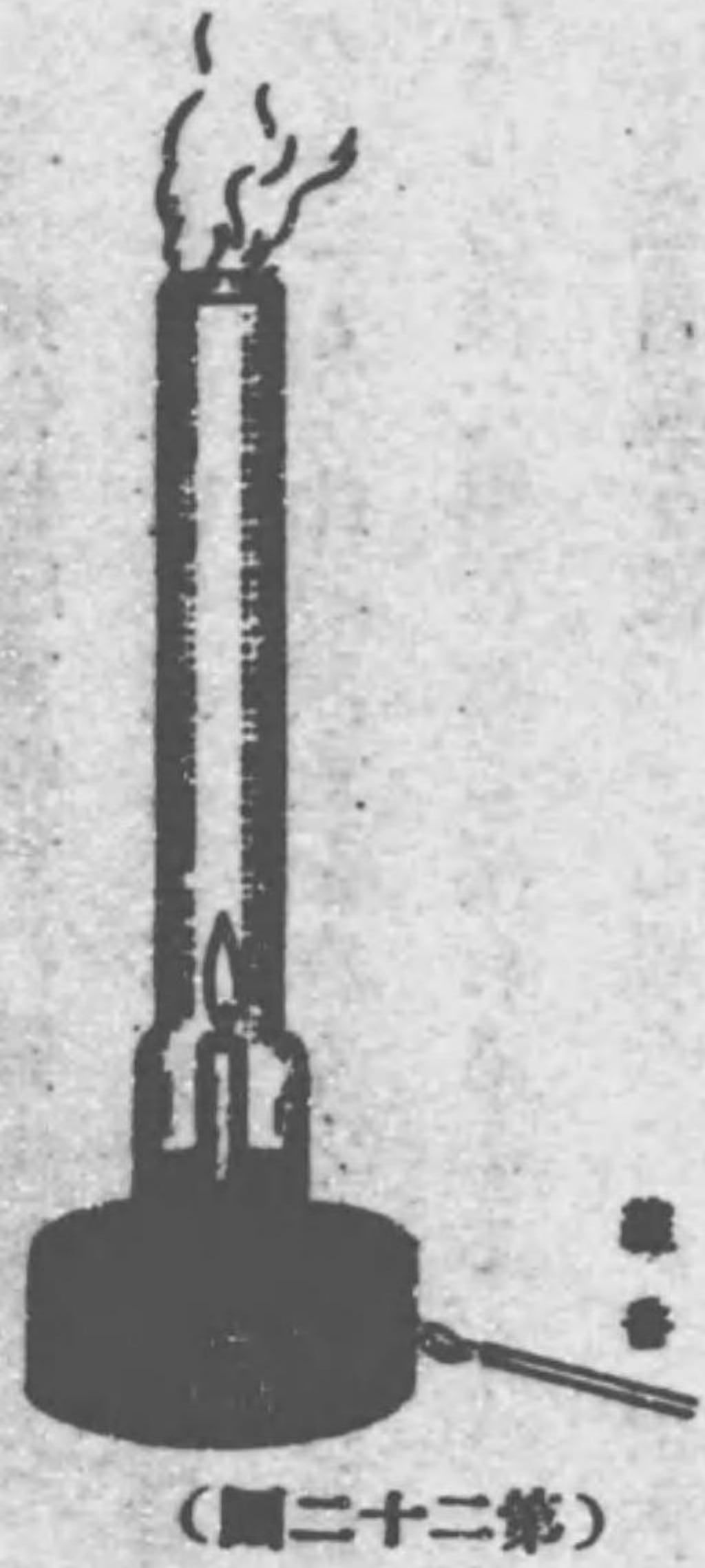
寒暖計の使  
用操作

### 第六 雨 と 風

(國定理科書 第三十七課)

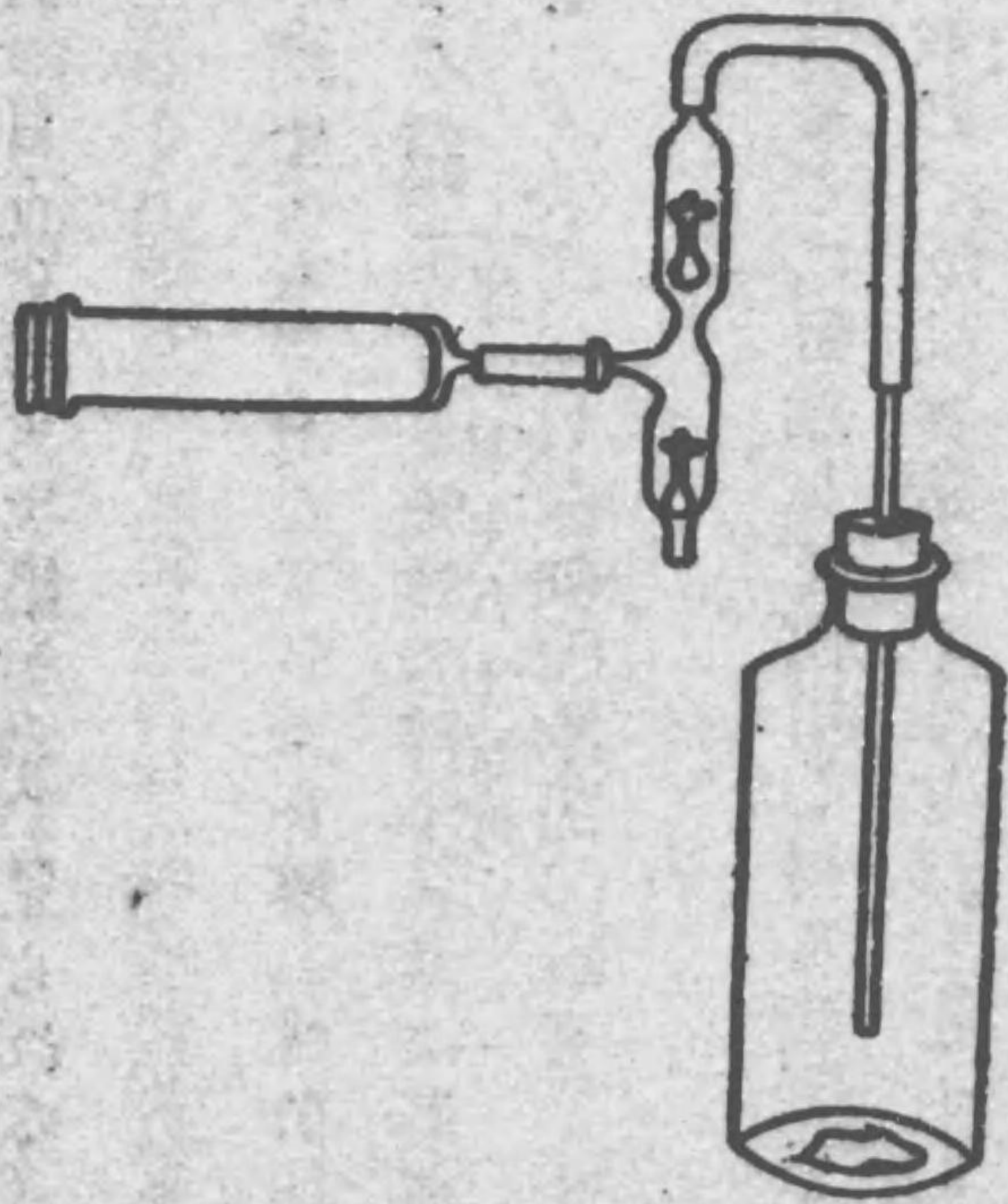
- 一、實驗事項。雨の現象それ自身よりも、その原因を探究するのを主たる目的として實驗項目を次の如く選んだ次第である。
1. 風の起る模様を其の原因に重きを置き試みる實驗。
  2. 雲霧の起ることを試めず實驗。
- 二、實驗方法。

風の起る模様を見る實驗



に点火し置き圖の如く下方の孔に近づけ、燭火を竹ボヤで覆ふて見る。斯くすると煙は中に吸ひ込まれ上から吐き出される。即ち暖められた空氣は膨脹して上に昇り、冷い空氣はそこへ向つて動いてくる。之即ち風の現象である。四、五分間の後

(一) 風の起る原因。  
(見、中) 点火した蠟燭を圖の如く風對流實驗器内に立てる。別に線香



に燭火を吹き消すと、温まれるホヤのみで盛んに眞の對流を起す次第がよく見られる。

(二) 雲の起る原因。

(教又は見、中) 圖の如く萬能ポンプを利用して豫め水で濕し、硫黃を燃して置いた瓶内に空氣を壓入した上、栓を去つて瓶内の氣壓を急減すると低氣壓の出現と共に瓶内が雲霧で白くなるのが認められる。

### 第七 光

(國定理科書 第三十九課)

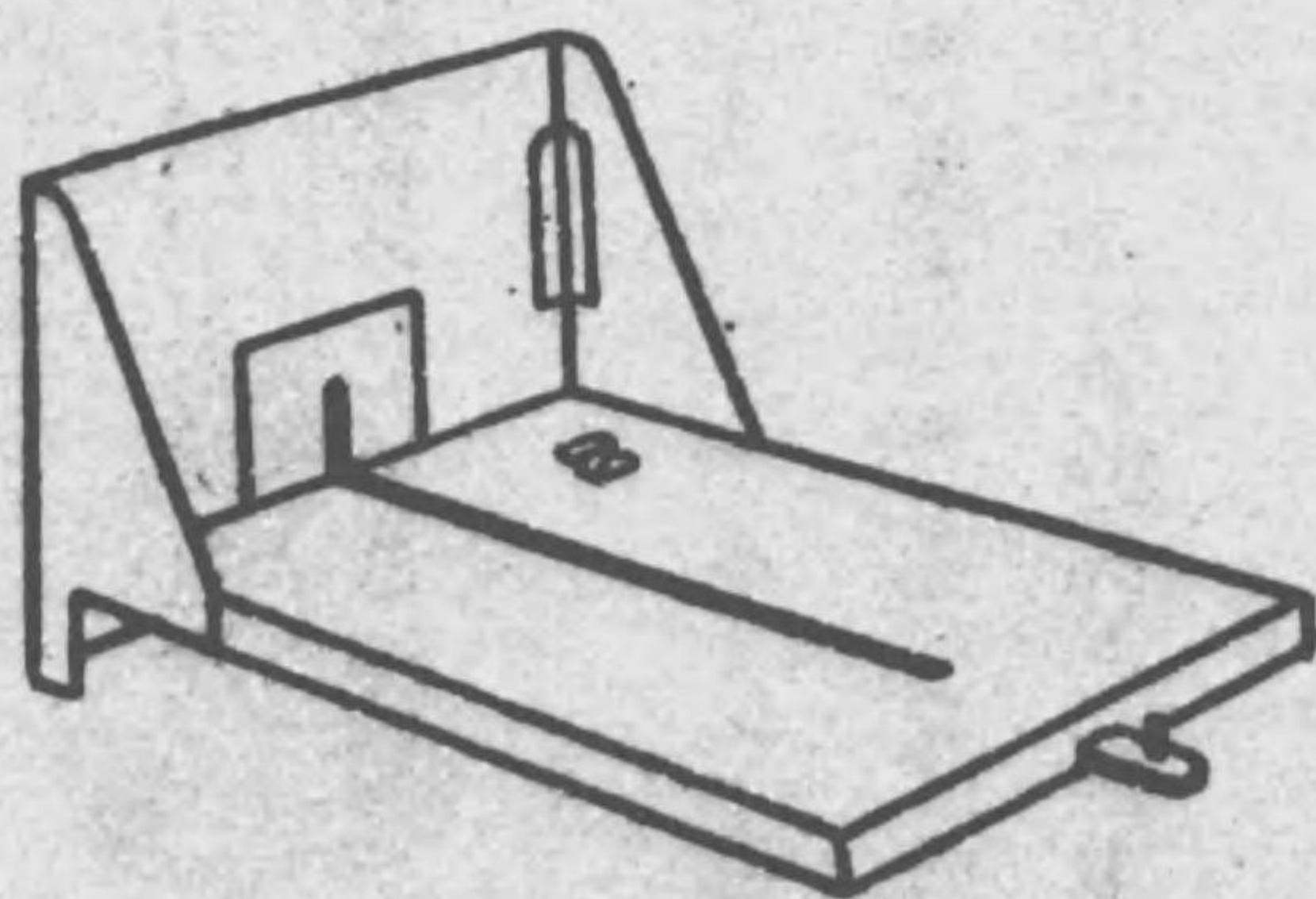
- 一、實驗事項。1. 光の直進すること。  
2. 陰影と影法師。

二、實驗方法。

(一) 光の直進すること。

(見、前) 戸の隙より入る日光の進み方。少しく速く提出して宿題的に研究せしめて置くこと。

(見、中) 第二十四圖の如く光學器を利用して一細隙窓より入りて進む光の路筋を見る。此の場合に光學臺を日光の進む方向に合致する様に向けると細隙から入りくる光が板上に直線を描いて進む模様がよくわかる。



雲、霧を起す實驗

光の直進を見る實驗

(教) 暗室内に反射鏡で日光を導き入れて見る。  
 (兒、後) 狙ひを定めること。物の狙ひを定めることの出来るのは、光が直進するからである。故に種々な物體殊に適當な發光體に對して此の意味で狙を定めしめる練習をさせる。

(二) 陰影と影法師。

(附) 陰影は光線の来ない立體的の空間で、陰法師は、それが有る面に投射して出来る圖形である。

(兒、中) 第二十四圖の暗壁上に種々な物體を出し、その背後に出る陰影部と板上に投射する其の影法師とを比較せしめる。

(兒、後) 家庭で電燈その他の光源を利用せしめて、種々な立體的の陰影を造らしめ壁とか、換とかの面上に投射する該影法師の平面圖形と比較せしめる。是等の事は大多數の兒童が幼時の娛樂として嘗て試みた事であるから、一層有意義な轉換を可能ならしめ、その探究的興味をも惹き起し得らるゝものである。

第八 火

(國定理科書 第四十三課)

一、實驗事項。1. 火は光と熱を出す。

2. 氣體の燃える火。(焰)

3. 氣體の火と固體の火。

4. 新しい空氣と火との關係。

二、實驗事項。

(一) 火は光と熱を出す。

(兒、中) 火が熱と光を出すことは、前課で學習済であるから本課では熱の部、光の部の應用として檢べることが有効である。

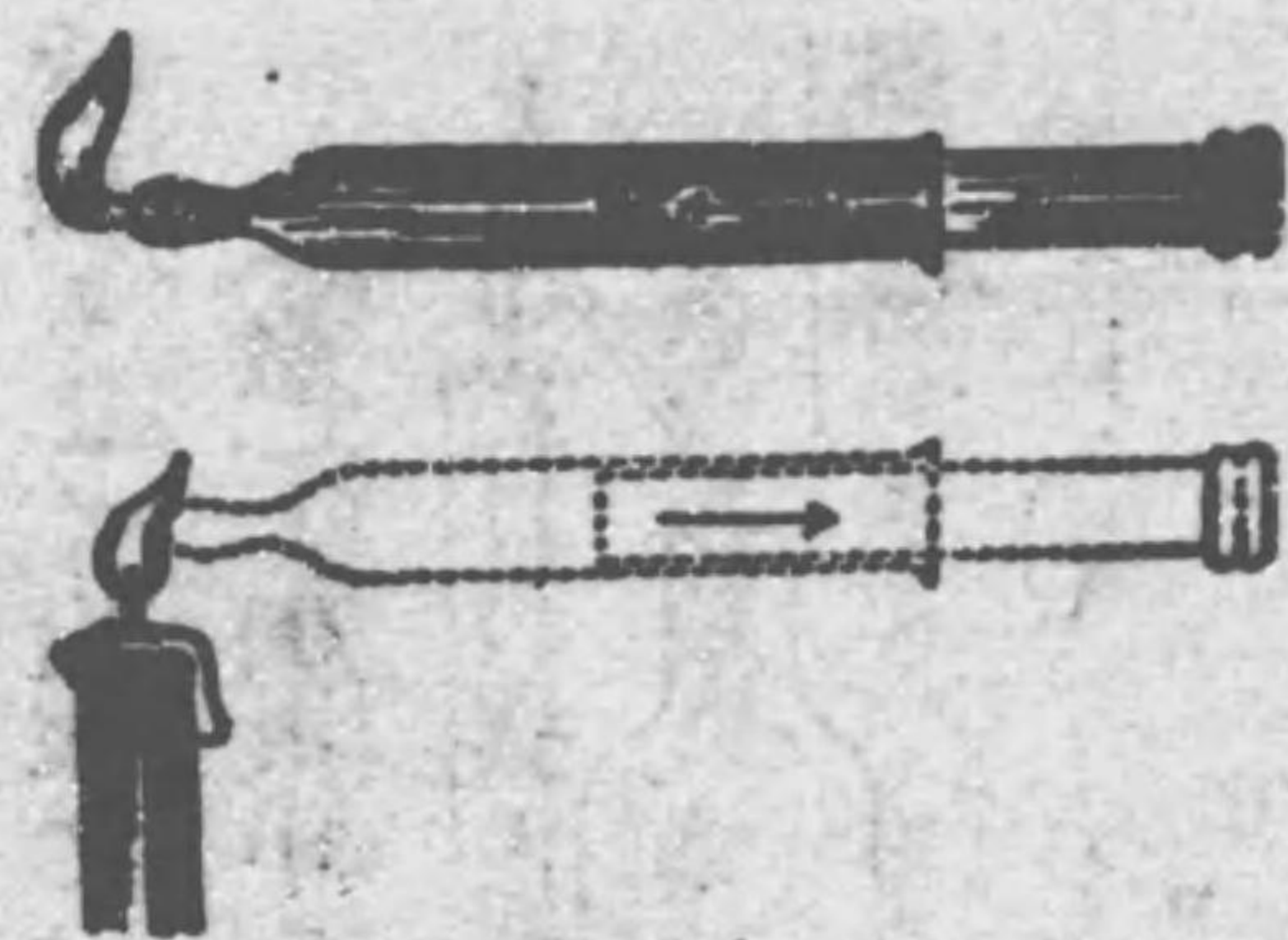
(二) 氣體の燃える火。(焰)

(兒、中) 1. 燭火の檢査。僅かの風によつて燭火が容易に動搖して形を變へるのは、

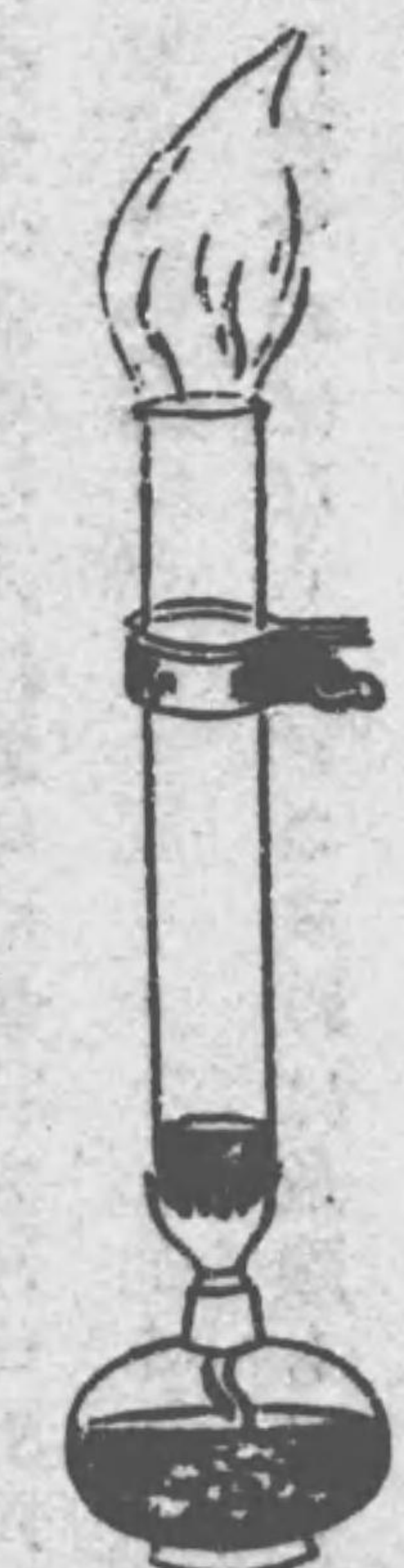
その氣體が燃えてゐることを示してゐる。これ熱の爲に蠟燭の上端が熔けて吸ひ上げられ、そこで燃える氣體になるので、次の實驗と併せて此の關係を探らしめる。

2. 燭火につき見るに心の直上に暗い所がある。(焰心) 此處へ二十五圖に示す如くスポイドの先端を挿入してその活塞を少しづつ引き出すと白い煙がスポイドの先に吸ひ込まれて来る。之を充分吸ひ込ませた後、

(圖五十二第)



圖の如く押し出しながら點火して見ると圖の上方に示す如くよく燃えて焰となるのがわかる。



(圖六十二第)

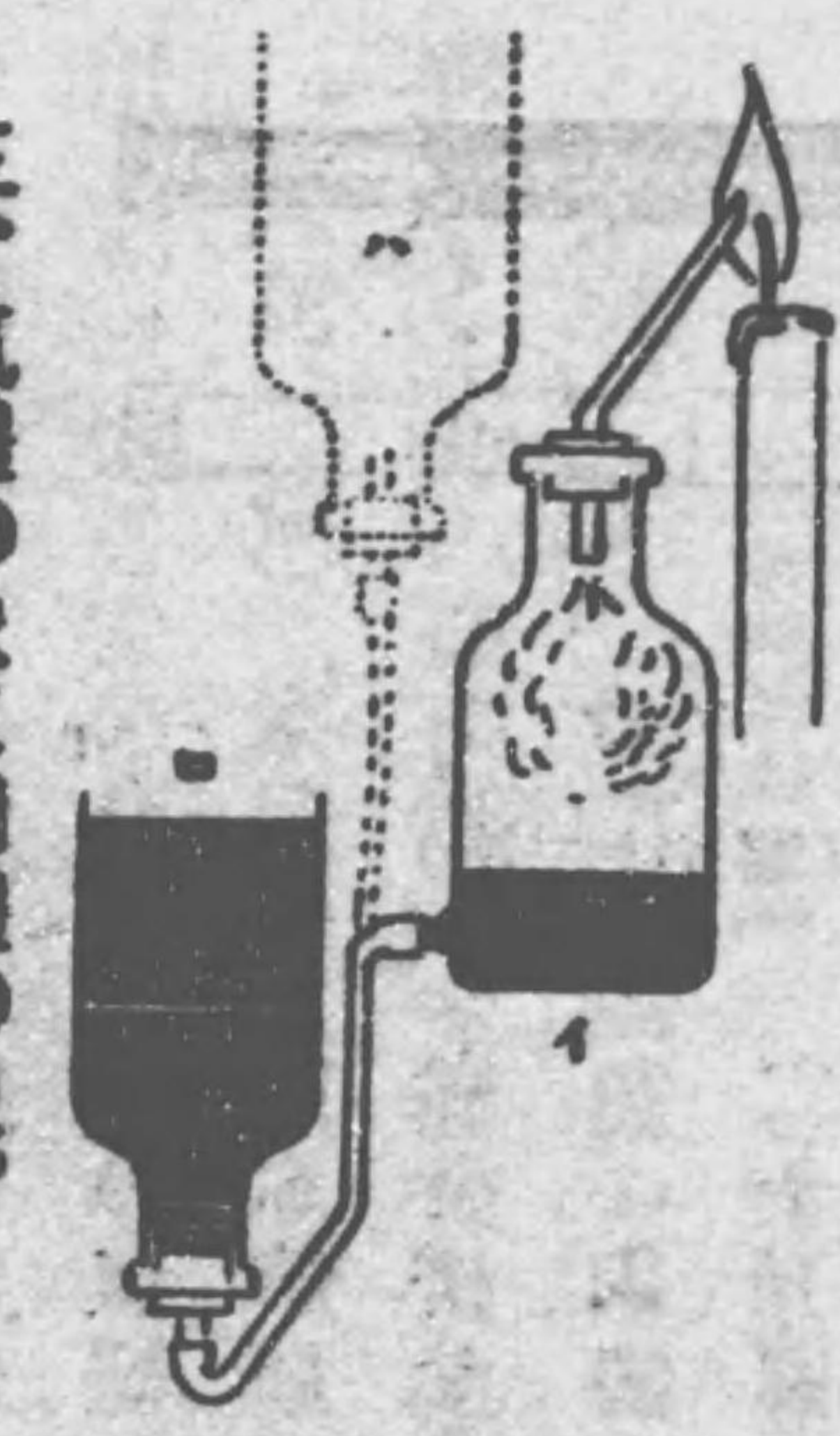
煙は氣體の火であることを知る方法



3. 氣狀アルコールより焰を作る。試験管に少量の酒精を入れ温めて氣狀アルコールをつくり点火して見る。

此の時管中の酒精は極めて少量を用ふる様に注意せねばならぬ。さすれば危険もなく、實驗もよく出来て、時間が短かくてすむ。

燭心の未燃ガスを取り出して燃す



(圖七十二第)

(教) 燭火中の未燃ガスを取り出して大仕掛に燃すこと。二十七圖の如く装置した後、罐(ロ)を下げると(イ)罐内の水は(ロ)罐に流動し、(イ)罐に出来る空間をふさぐ爲め、燭火中の未燃ガスが(イ)内に吸ひ込まれる。然る後(ロ)を(ハ)の位置に移すと(イ)内の可燃ガスは押し出され、それに点火するとよく燃える。

固體の火と氣體の火

三、氣體の火と固體の火。

(見、中) 箸の如き細長い木片に点火し、其の外方の發焰燃燒部と内方の固狀燃燒部とを比較せしめる。かくすれば木片、石炭等が燃燒する場合には此の様に發焰部、即ち氣體の火と、固體の火とが共存するものであることを認識せしめることが出来る。

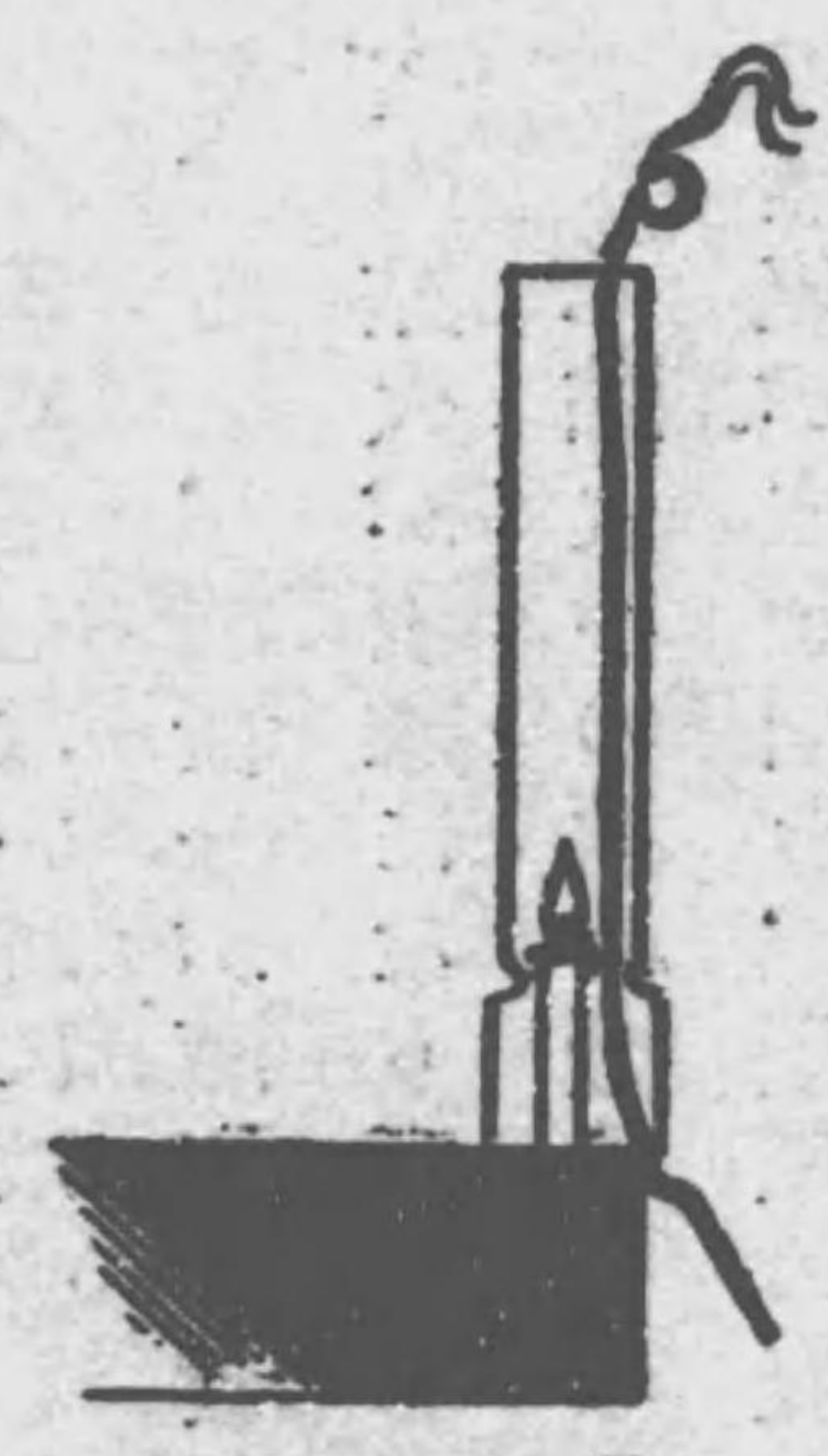
(見、後) 家庭で炭火の燃燒を檢せしめ、固體のみの燃燒には、焰を出さない事を知らしめる。燧に焰を出す炭火は木質部の多く残れる、よくない炭であること、又炭火の上の時々青焰を見るは炭火の下方に生成する一種の氣體が上方に出て燃燒する爲であること

等をも附説して置く必要がある。

(四) 新しい空氣と火。

新しい空氣と火の燃え方

(見、前) 炭火を熾んにし、又消す手段を家庭で研究せしめて置く。  
(見、中) 1. 竹ボヤと燭火とを利用する實驗。火を點じた短い蠟燭を机の一端に立て



(圖八十二第)

其の上より二十八圖の如く、竹ボヤを被ふ時は、蠟燭の火勢は次第に衰へ、暫時の後に消えるやうになる。而し竹ボヤを少し動かして其の下口の一部分が机外に出る様になると、新しい空氣はこゝから入つて来て、火の熾んになることがわかる、此の時線香の煙で其の通風の模

様を檢べると、以上の關係が具體的に認め得られる。

又此の通氣口を、燭火の燃燒に適する範圍の最小限度に保持して燃燒を繼續せしめ、竹ボヤの上口に点火せるマッチを持つて行くと、其の忽ちに消えることが認め得られる。之ホヤの上口に出る氣體は燃燒を行つた後のもので、新しい空氣でない爲めにマッチの燃燒を助けないからである。

2. 第二十二圖の實驗で側口を開閉すれば此の關係が面白く見られる。

3. 酒精燈を用ひての實驗。アルコールランプを其の蓋で被ふと直ぐ火が消える。此の時その蓋を取り、上向にして点火せるマッチを近づけると、其の蓋の内面で酒精の殘留氣

が焰を出して暫時燃えるのが見られる。之で蓋をする時火の消える原因が、新しい空気の  
缺乏にあることを窺はすことが出来る。

本課と家庭  
作業との關  
係

(見、後) 本課には家庭の作業と交渉の多い教材が頗る多いのであるから、充分に此  
の方面に關係をつけて指導する必要があると思ふ。

- 1. 火消壺の使用法。 2. 炭火を長持させる方法。 3. ランプの口金。

三、操作指導。酒精燈の使用法。

酒精燈の使  
用法

- 1. 酒精燈の使用中は、取り去つてをる蓋の口を下方にして之を立て置くこと。
- 2. 火を消す時には蠟燭等の様に呼吸で吹き消さす必ず蓋を被ふこと。
- 3. 使用しない時には少しの間でも必ず蓋をして置かねばならぬ。蓋をなさす其の儘放  
置すると、酒精分が漸次揮發して其の量を減するのみならず、心の先端に水分が多くなり  
次の點火が困難になり來るものである。
- 4. 點火中の酒精燈は、なるべく之を傾ける様な事を避けねばならぬ。此の爲其の内部  
の蒸氣が火を引き、空氣の混合程度によつては爆發を起さんとも限らない。此の注意を怠  
つたため爆發を見た例は尠くない。
- 5. 燈用酒精には、往々有害なメチルアルコール(木精)を混入してあるものがあるか  
ら其の使用に注意を拂ふ必要がある。

第九 酸 素

(國定理科書  
第四十四課)

酸素の製法

一、實驗事項。1. 酸素の製法。

- 2. 酸素中にて種々なる物を燃焼する實驗。
- 3. 空氣の一成分としての酸素。

二、實驗方法。

(一) 酸素の製法。

(教) 稍々荒い程度の粉末にした鹽酸加里と、粉狀二酸化マンガンとを四と一の割合  
に混合して硬質試験管に入れ、第二十九圖の如き發生裝置を組立てる。其の誘導管にゴム  
管を連結して水槽中に導き、試験管を斜横に口の方を稍々低くして支へ、下から酒精燈で  
徐熱すると、始めは管内の空氣が膨脹して氣泡となり管の端から出て來るが、其の内に酸  
素が盛んに發出する様になる。豫め水を充して倒にした集氣瓶を水槽中に立て置き水上置  
換法で酸素を集める。

(附) 製出上の注意。

1. 鹽酸加里の木炭、硫黃等と混和せるものを熱すると恐るべき爆發性をあらはすもの  
であるから、使用する乳鉢等は、先づ清潔にして置き、その中で鹽酸加里を粉末にするの  
がよい。

2. 二酸化マンガンは往々に炭粉等を混するものがある。斯る物を用ふると危険であるから純粹のものを用ひねばならぬ。某校で起つた大爆發の如きも調査の結果其の原因が

こゝにあつたものと決定されたやうである。故に此の實驗に準備した鹽酸加里と二酸化マンガンの混和物の少量を取つて豫め試験管の中で熱し、爆發するか否かを見て置くと充分である。

3. 鹽酸加里十瓦を使用すると、一ポンド入の集氣瓶に五六本丈の酸素が採れる。

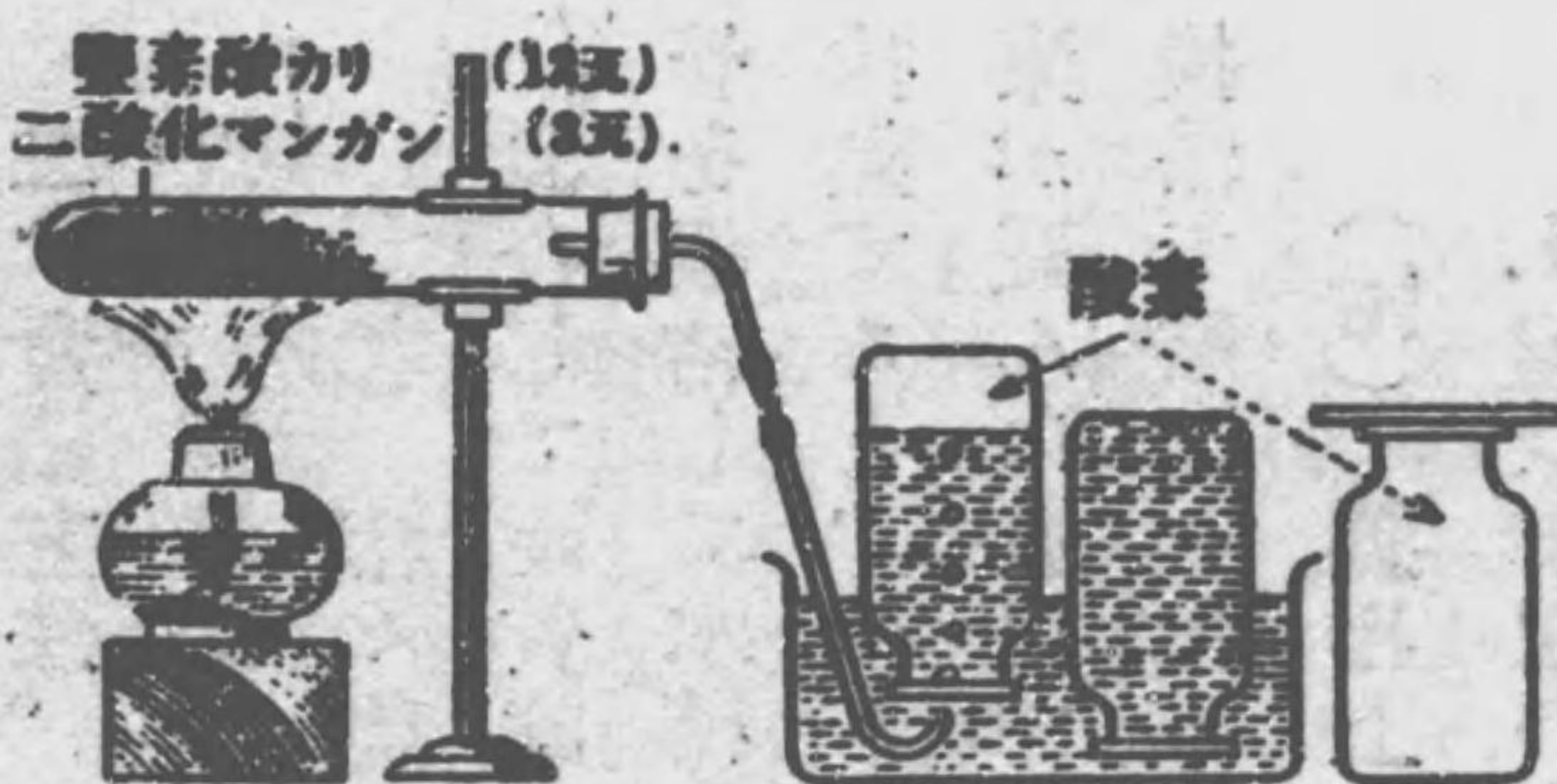
4. 發生器附屬のガス誘導管は大い方がよい。酸素の發生は急激であるから、細い管であると、栓が飛び出すことがある。

5. 試験管を眞直にして置くと、酸素發生にもなつて出る水蒸氣が、水泡となつて上の方から滴下し、試験管下部の高温部に觸れ、爲に試験管の破壊を誘發することになる。故に斜にして口

の方を稍々下方に向け置くことを必要とする。兒童實驗としてこれを課するならば、以上の外に更に次の三件を注意として加へたい。

6. 酸素は急激に發生して忽ち止むものであるから、捕集瓶は所要の數だけ準備して並べて置くがよい。

7. 先づ水槽の八分目迄水を入れ、其の水を集氣罐に入れるがよい。然らざる時は酸素



(圖九十二第)

を捕集するに従ひ、置換によつて、捕集瓶から出る水が、漸次水槽に出で、終には溢れて机上の洪水を演ずる様な事になる。

8. 酸素の發生がやんだならば、直に誘導管を水中から引きあげ、其の後で酒精燈を消すことにせねばならぬ。酒精燈だけを消して誘導管を水中からあげないで置くと、水は試験管中に逆流してそれを破壊する恐れがある。これは實驗になれぬ初期の兒童にあり勝の失敗である。

(二) 酸素中にて種々なる物を燃す實驗。

(見、中) 1. マッチの餘燼を入れる。燐寸又は杉箸に點火し、餘燼の出來た頃を見計らつて火を吹き消し、餘燼を酸素中に入れるとパツと小音を出して點火する。

2. 點火せる木炭を入れて見る。普通の空氣中では赤熱状態で燃えるが、酸素中では焰を出して熾燃し、白熱状態を繼續する。

(附) 高温燈より出る光は高温燈になる程赤熱状態より、黄赤熱、白熱状態と進んでゆくのである。

3. 點火せる硫黄を入れしめて、空中に於ける燃燒程度と其の熾燃する有様を比較せしめる。此の實驗には從來金屬製の燃燒匙を用ひてゐたが、かゝる場合には、金屬と燃燒物とが化合して腐蝕し易く又前實驗の殘滓が後の實驗に障害を及ぼす様な事があり勝で甚だ困るものである。依て第三十圖に示す如く、白墨片に穴を掘り、之に針金を結んで柄とし



(圖十三第)

酸素中に於ける物質の熾燃實驗

た燃焼匙を利用すると、以上の缺點を補ひ得て便利である。

(教)



(圖一十三第)

1. 鐵線を燃すこと。細き鐵線を磨研紙で磨いて其の銹を去り、細筆の軸に巻きつけて螺旋状にする。其の一部にマッチの軸木をつけて點火し軸木の燃え盡さんとする少し前に、酸素を著へた瓶中に入れると、鐵は火花を散して燃焼する。

(注意)

鐵を燃す場合には瓶の底に第三十一圖に示すが如く、砂を少し入れて置くのがよい。ガス捕集の終

に豫め布製の砂囊を瓶内に入れる手段を取れば上々である。水を瓶の底に残したり、綿を入れなどするのも一策である。

尙瓶の周圍に火花が衝つて瓶が破れる事がある。之にも注意が必要である。

2. 磷を燃すこと。

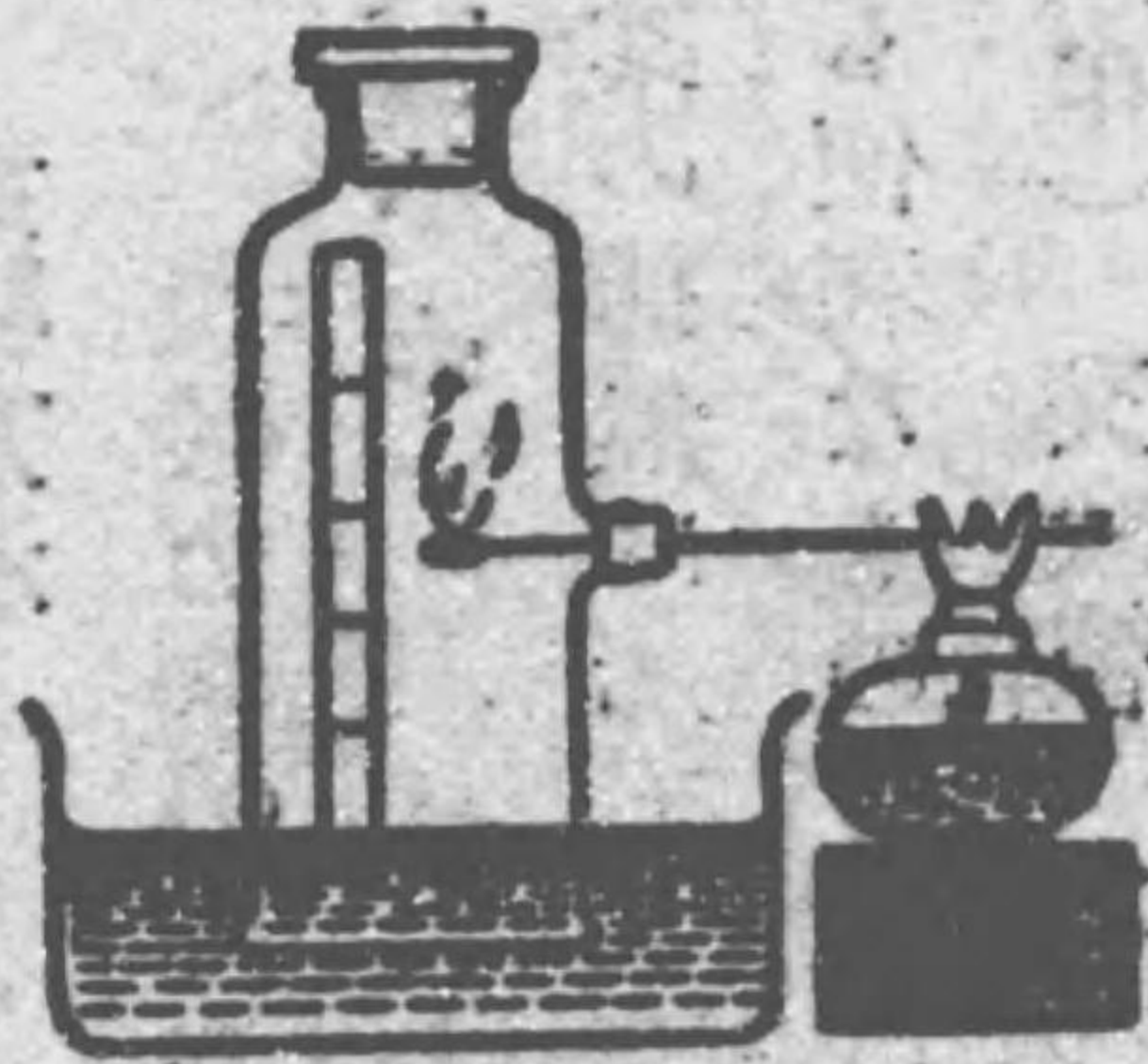
白墨燃焼匙に黃磷の小片を載せ鐵線の先を熱して磷に觸れると磷は白煙を出して燃え始める。之を急に酸素を捕集せる罐中に入れると燄んに燃えて強い光と多くの白煙とを出す。

(三) 空氣の成分。(教)

1. 上口並に側口を有する硝子鐘の外側に下より一寸位の所に印をつけ、且つその上に鐘内の空所を五分分する線をつける。此の五分分線を附けるには側口を塞いで鐘内に水を入れ、其の體積を見、次に五分の一宛の水を出して區劃を附ければよい。實驗に際しては

空氣の成分を檢する實驗

佐々木式装置による空氣組成測定實驗



(圖二十三第)



(圖三十三第)

先づ鐘を無栓のまま、水槽中に立て水を水槽中に注入して内外の水面を鐘の最下の線に一置せしめる。

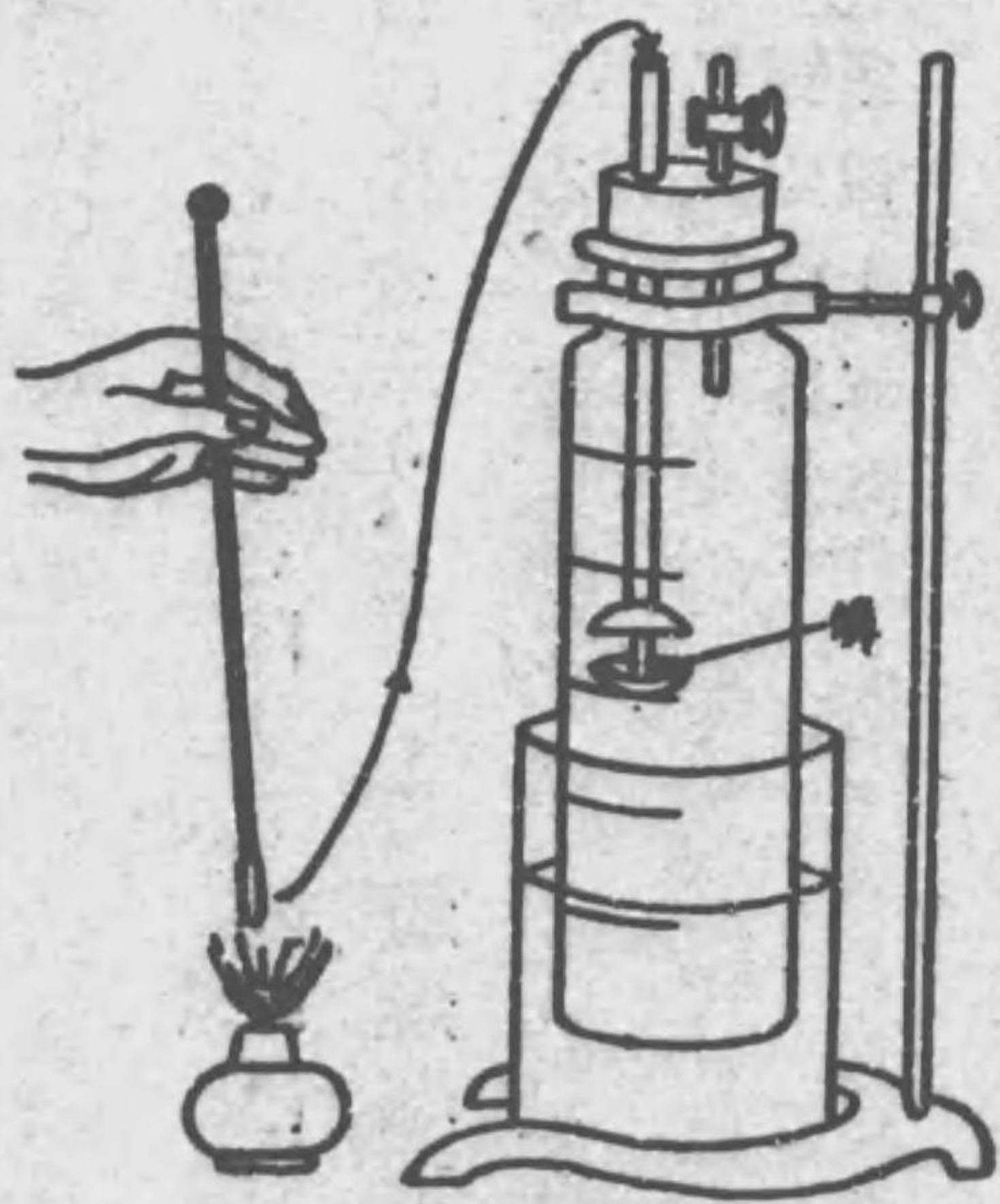
次に柄附金屬匙に黃磷の小粒を入れて側口より上圖の如く挿入し同時に側口を閉ぢる。

斯く準備を整へた上、匙から側方に出てをる金屬柄を熱すると、熱の傳導で匙上の黃磷は鐘内で發火し、白煙をあげて燄んに燃える。白煙が水に溶け込むと共に水は昇りて鐘内の五分の一線に達するやうになる。これから空氣の五分の一體積が酸素であることがわかる。

2. 右別法、第三十四

圖に示せるは、佐々木式

空氣組成測定器を使つて、右の實驗を行つてをる所である。これ程安全に、正確に、且つ簡易に出来る實驗法は餘りないやうに思はれる。始め傘附金屬匙に適量の黃磷を入れ、圖の如く装置して外槽の水面が鐘内の水面と共に區分線の最下に一致するやうにする。次に火で熱した傳熱用長棒を、黃磷の入りたる匙に内接す



(圖四十三第)

る迄長管内に挿入し、熱の傳導を利用して燐を發火せしめる。その他の事は前法と大同小異である。

3. 残留氣の検査。(1)(2)何れの場合に於ても、以上の如くして酸素を除去し終れば、次の課程として残留氣の検査が必要となつて来る。先づ上口の栓を去り、手早く燃焼匙で燭火を鐘内に下して見て、其の燃焼が行はれるか否かをしらべる。

### 第十 炭酸ガス

(國定理科書 第四十五課書)

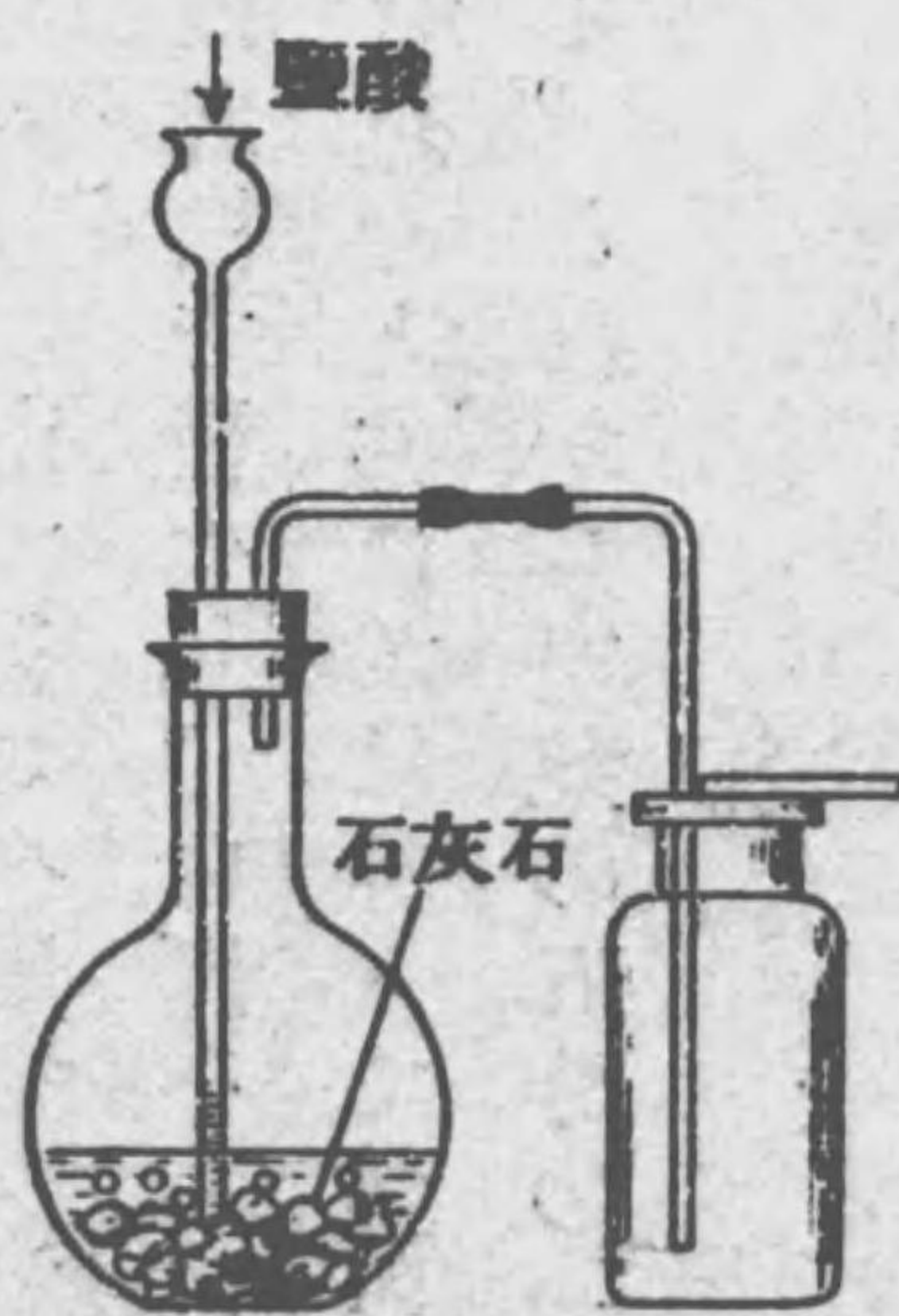
- 一、實驗事項。
1. 炭酸ガスの製法及び捕集方法。
  2. 炭酸ガスの諸性質に関する實驗。
  3. 炭酸ガスの生成を検する實驗。
  4. 空中に存する微量の炭酸ガスの見方。

#### 二、實驗方法。

##### (一) 炭酸ガスの製法及び捕集方法。

(見、中) 石灰岩と稀鹽酸とより。炭酸ガスは其の重さが空氣の約一倍半であるから、其の捕集は凡て下方置換によるのがよい。發生器には種々なものがあるが、次には其の最も便利なものを挙げる。

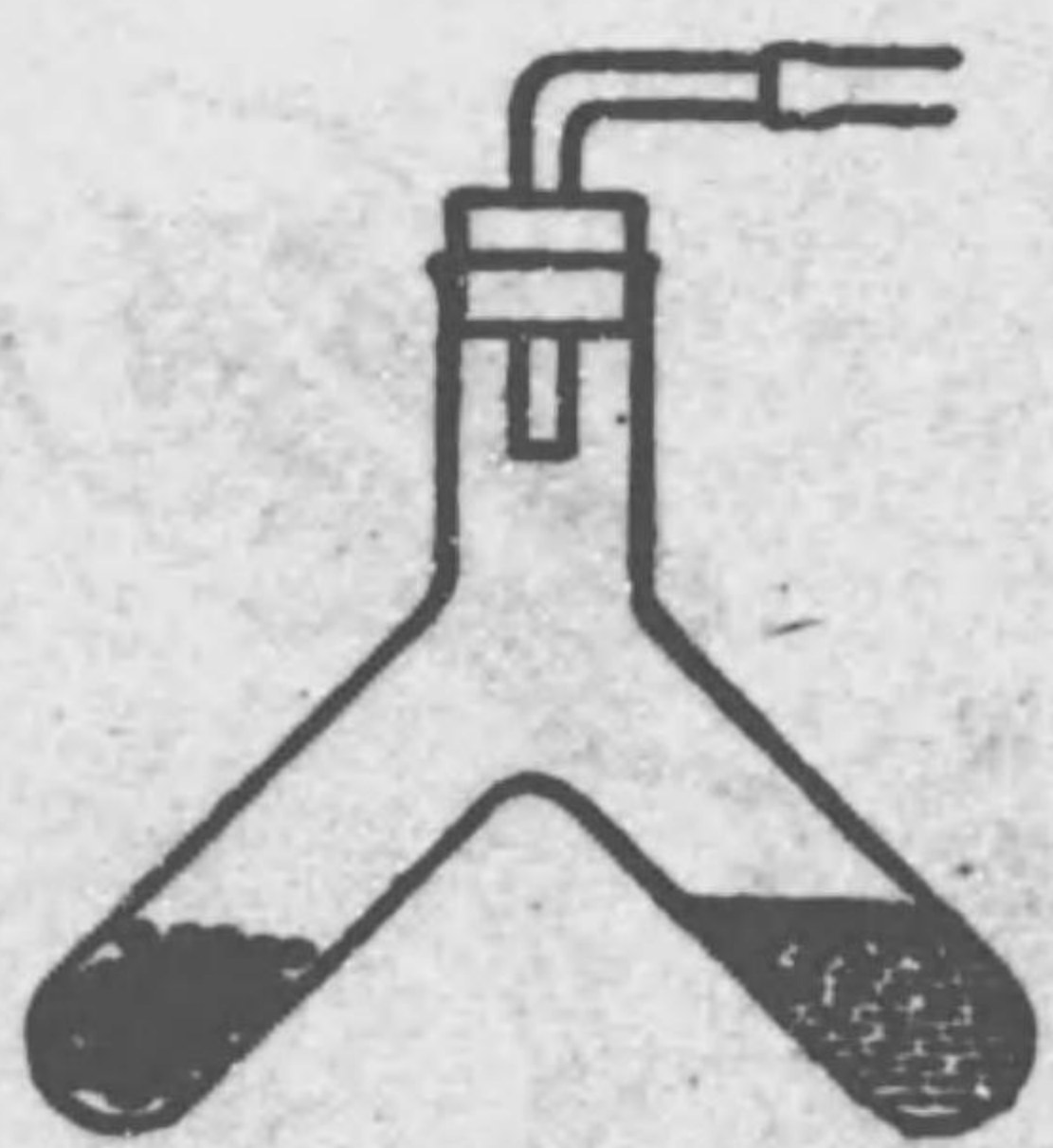
(甲) 又狀管。第三十五圖に示せる如く、一方に稀鹽酸を入れ、他方に大理石の破片



(圖五十三第)

を入れて置く、必要に応じて稀鹽酸の方を傾注し、大理石に作用させて炭酸ガスをつくり、

不要の時には稀鹽酸を傾けて舊位置にもどし、ガスの發生を中止させる。



(圖六十三第)

(乙) 中棚付ガス發生器。第三十六圖に示せる如く硝子圓筒内の漏斗管に固定せられた耐酸ゴムよりなる中棚(ロ)の上に大理石の破片を置き、曲管式コックを挿し込むときは、其の(イ)孔は圓

筒内に出でて發生ガスを外方に導き得る様になる。依つて漏斗管の上口より稀鹽酸を注入

し、大理石の破片に觸れしめると炭酸ガスは發生を始める。此の裝置に於てガスの發生を中止

するには、曲管式コックを少しく上方に引き上げ通氣孔(イ)をゴム栓中に埋むればよい。新しくすれば作用中の稀鹽酸は逆流して上方漏斗



(圖七十三第)

に昇り、大理石との接觸断たれてガスの發生止む。此の曲管式コックは以上の如くガスの流通閉鎖が簡易自在で、従来のピンチコックや、硝子製の普通のコックの様な破損し易いものでなく、又固着して動かなくなると云ふ様な弊が少しもない。猶耐酸性のゴム棚は漏斗管と共に、自由に上下し得られるから、平素はなる可く上の方にあげて置くがよい。假に逆流して漏斗内に登つてをる稀鹽酸が圓筒内に落下してきても、大理石を支へる棚が上方の方にあれば之と作用することが出来ないので安全である。従来のキップ裝置などは茲に缺

中棚付ガス發生器

炭酸ガスの製法及び捕集法

點があつた。

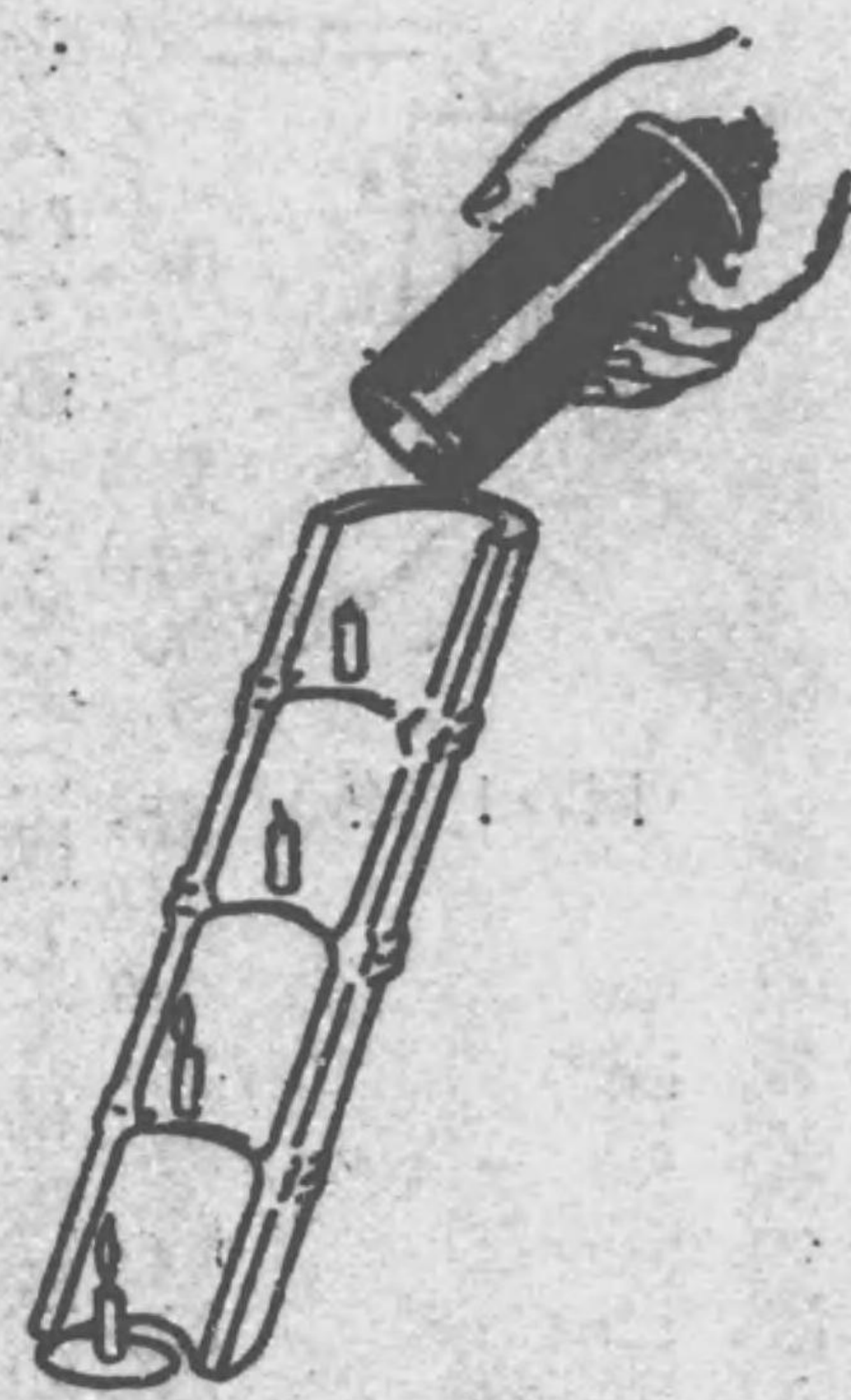


(圖八十三第)

には、其の誘導管を閉ぢ、發生ガスの内壓力で、稀鹽酸を押し出さしめ、大理石との接觸を自ら断たしむればよい。

(二) 炭酸ガスの誘性質に關する實驗。

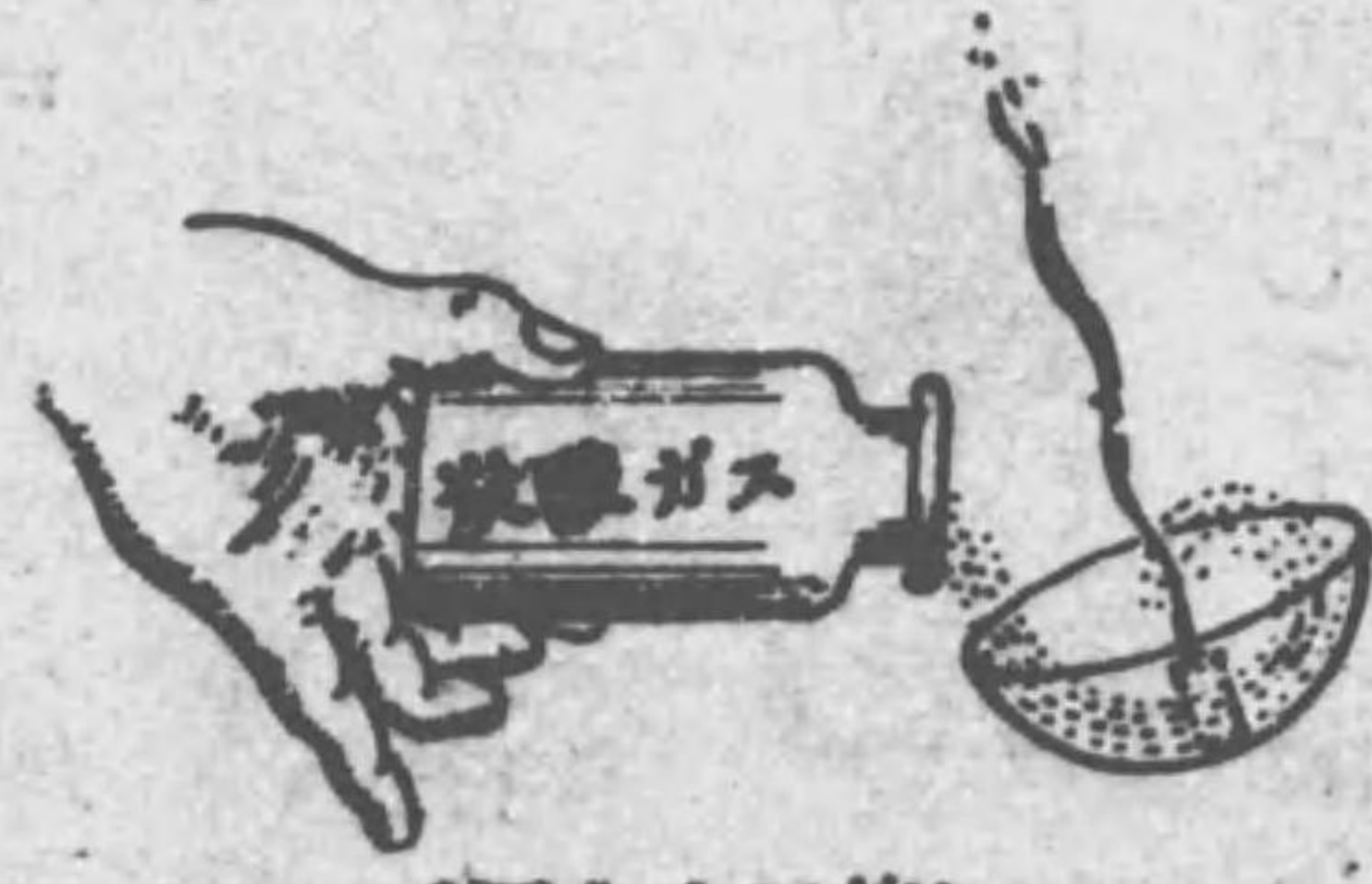
(見、中) 1. 物を燃さぬこと。蒸發皿の中央に短かい蠟燭を立て、それに點火して置いて、其の上から集氣罐で炭酸ガスを傾注すると火



(圖一〇四第)

は其の周圍を此のガスに包まれて立ちどころに消える。

2. 石灰水を白く濁らすこと。このガスを集めた集氣罐中に石灰水を入れ蓋をして振盪すればよい。此の實驗に使用する石灰水は一度試し置く必要がある。造つてから久しく放置したものを使用



(圖九十三第)

炭酸ガスの誘性質を檢する實驗法

すると、その中の水酸化カルシウム分が何時のまにか空中の炭酸ガスと作用し盡し役に立たなくなつてゐることがあつて、思はぬ失敗をすることがある。

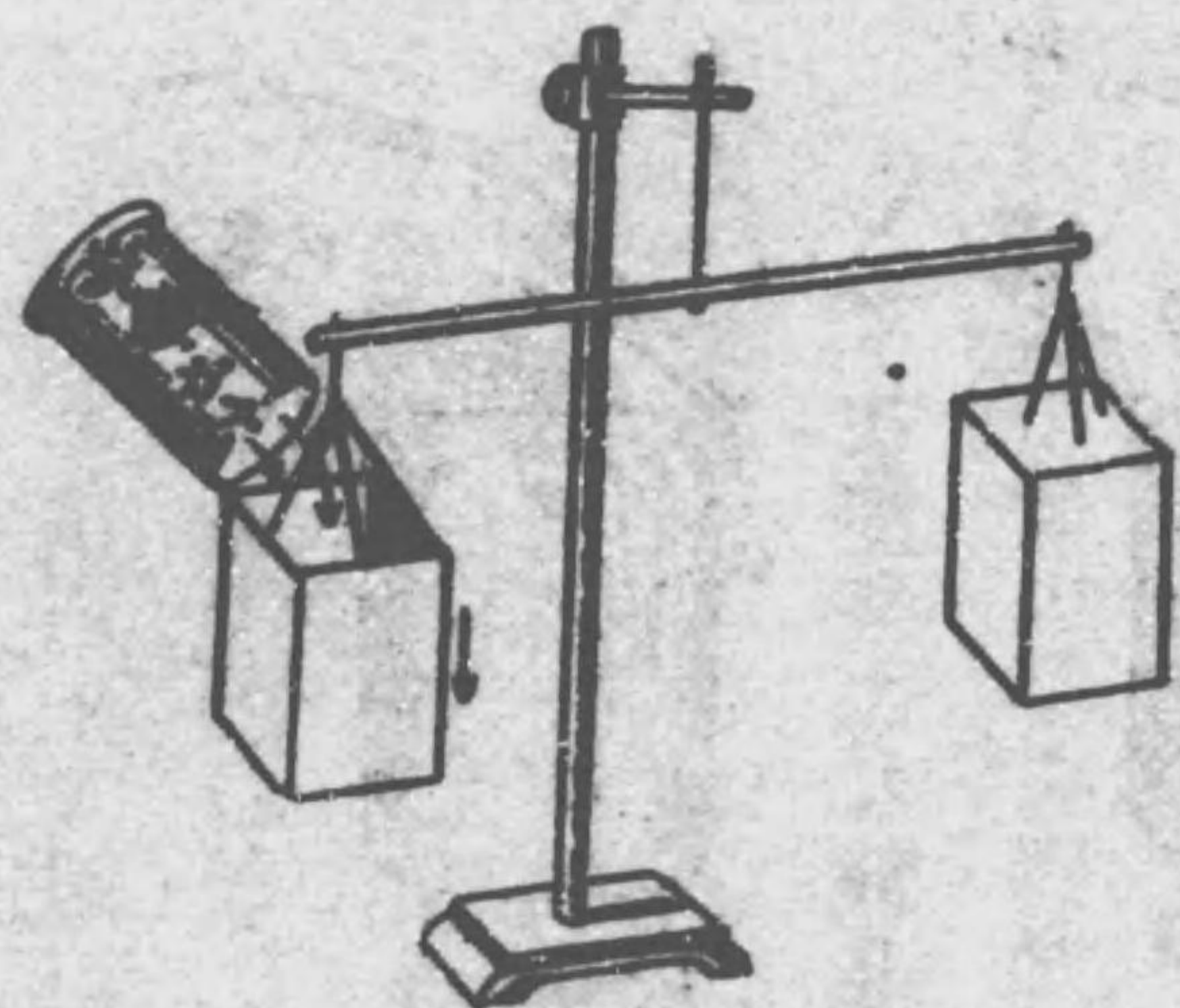
3. 空氣よりも重いこと。廣口罐の中に燭火を置いて、其の上から炭酸ガスを水を流し込むやうに注入して見ると燭火を消すことが出来る。

(教)

1. 斜面流下で連燈を消すこと。傾斜連燈臺は三四の燭火を列べ、三十九圖の如く上から炭酸ガスを注ぐと、其の流下につれて上方の燭火から次第に消える。かくすれば、助燃性なく且空氣より重いことを併せ示し得られる。

2. 紙製袋で秤量すること。紙製の袋をゼラチンフオルマリンで稠密に固め、口を上向にして天秤にかけて平均させて置く。

今其の袋に圖の如く炭酸ガスを注加すると、炭酸ガスは袋中の空氣と入れ換るため天秤の釣合が破れて袋の方が下にさがる。



(圖一一四第)

3. 水に溶けること。炭酸ガスの捕集瓶を水槽中に倒立させて置くときは、炭酸ガスは水に溶け、水は徐々に罐中に昇つて来る。此の溶解は極めて緩慢にしか進行しないものであるから、手早く結果を見るためには罐をゆり動かすか、又は水を罐中に入れ、蓋をほど

成生炭酸ガスの検査法

こして振盪した上水中に再び開く手段をとらねばならぬ。

4. 動物を窒息させること。捕集罐中に小動物を入れ蓋をして置くと窒息する。

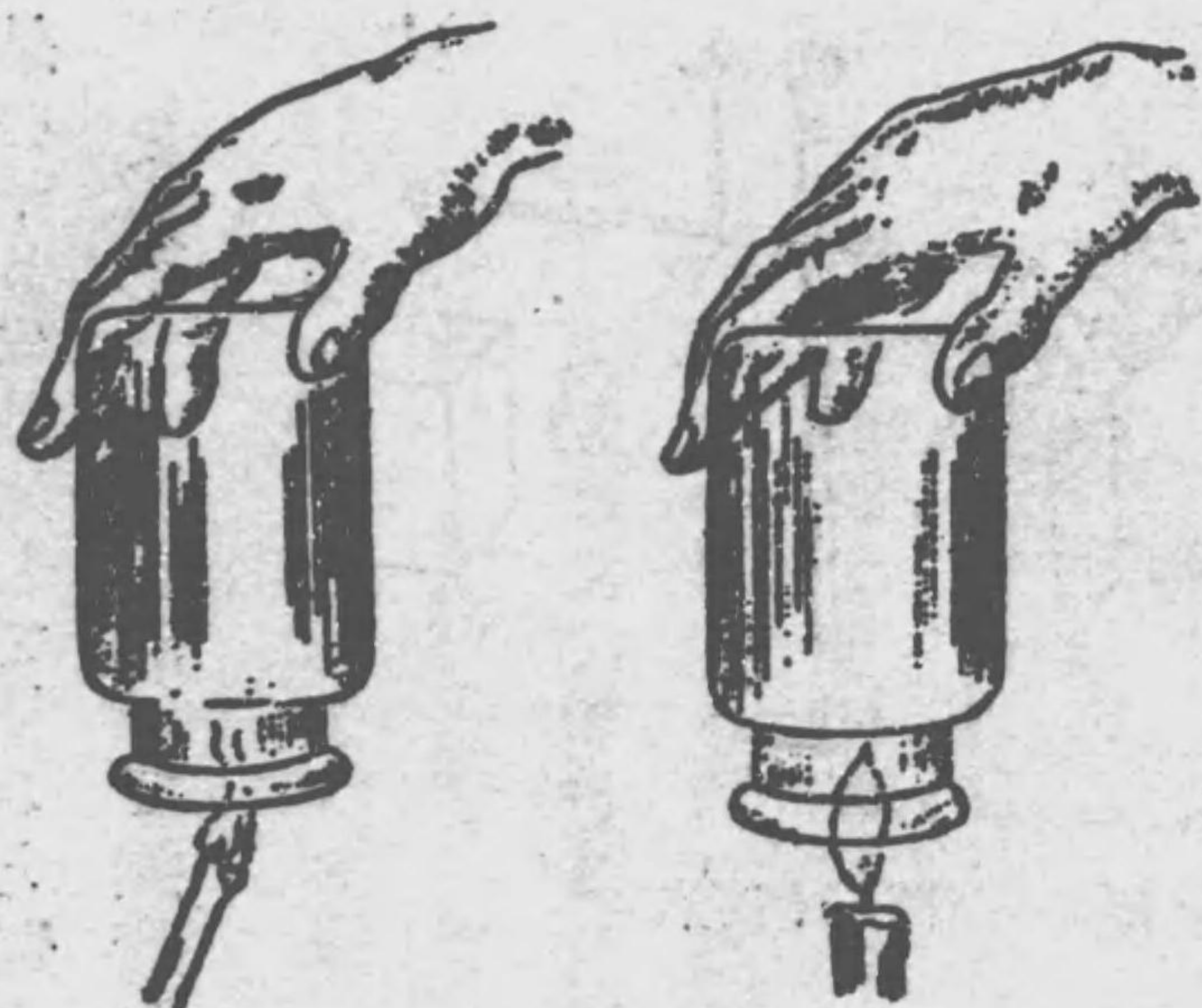
(三) 炭酸ガスの生成。

(見、中) 1. 呼氣中の炭酸ガス。試験管に入れた石灰水中に硝子管で呼氣を吹き込むと白濁が出来る。

2. 燃焼で出来る炭酸ガス。下向に支へた廣口瓶の口の近くで木箸又は木片を燃やし、その消ゆる頃之を取り出し石灰水を注入してよく振れば著しい白濁の出来るのが見られる。本来炭酸ガスは空氣より重いのであるが、此の場合には燃焼熱の爲に膨脹して軽くなつたものが瓶内に入るものと思はれる。

(四) 空中の炭酸ガス。

(教) 廣口瓶に石灰水を入れて振盪し、其の少しく白濁するのを見る。吸氣装置で空氣を絶えず石灰水中に通じ、白濁の程度、並に其の程度に至るまでの時間を測るも面白い。



(圖二十四第)

三、準備及び操作指導。

1. 石灰水をつくること。消石灰に水を混じてかきませ、其の上澄を濾紙で濾過すれば

石灰水の作り方

清淨な液が得られる。之を大きな瓶でつくる時には、其の最上部を靜かにサイフォンで他へ誘き出してもよい。

石灰水を入れてをる中には其の側壁に白い附着物が出来てのなくなる。それを其の儘使用してゐると不注意な兒童の中には石灰水は始めから白いものと誤解するものが出来ることさへあるといふ。之は石灰水が、空中の炭酸ガスを吸収して炭酸石灰に變る爲であるから其の内部に石灰水の入れてない時稀鹽酸で洗へば皆溶け去つて透明な硝子壁を現すやうになる。其の後を鹽酸の残らぬ様に洗ひ再び石灰水容器とすればよい。

2. 下方置換ガス捕集法。之は一般に空氣よりも重い氣體の捕集に適用すべき方法で其の重い氣體を上方から流入して罐内の軽い空氣と置換させる手段である。それで蓋に孔のあるものを用ひ、誘導管を其の孔より罐の底に導き下方よりガスを送入すると共に上方から空氣を連れ去らしめる仕組にするのがよい。

3. 試薬瓶の用ひ方。

(イ) 第四十三圖に示せる如く左手で試験管其他を持ちながら、其の指先で栓を抜きもち右手で試薬瓶を持ち目的の容器に注入するのが普通である。

(ロ) 試薬瓶の栓の頭が指間に挟める様に出来てをる場合には第四十四圖甲の様にして右



(圖三十四第)

下方置換法

試薬瓶の扱ひ方

手の指間に挟みとり、挟める儘栓を持ち圖の如くして目的の容器に注ぐのである。

(ハ) レットルを貼附せる方を必ず上側にして液を注がねばならぬ。反對にすると、薬液の雫が垂れて来て、レットルを腐蝕汚損することがある。

(ニ) 試薬瓶はどんなことがあつても目的の容器から離してはいけない。常に容器の壁を傳はらして液をつぎ込む様にせねばならぬ。又大きい容器に入れる時には、硝子棒を試薬瓶の口につけてそれを傳らしめつゝ、薬液をそゞぎ、やめる時には瓶に附ける雫を試験管なり、硝子棒なりで拭ひとる様な心持で止む可きである。新しくすれば雫が瓶の外側に廻ることが防がれる。



(圖四十四第)

(木) 試薬瓶の共栓が瓶に固着して取れない場合がある。殊に苛性ソーダ、炭酸ソーダ、苛性カリなどを入れた場合に多い。(斯う云ふ試薬を入れる時には木栓にするか充分にワセリンを密合部につけて置くことよ)かゝる時には手を入れかねる程度の熱湯に瓶を倒し、數分間後に取りがよい。ものによると酒精燈で速火に暖めて拭いて見るのもよい結果を得ることがある。止むを得ない時にはヤットロで栓

を挟んで廻せば十に一つは瓶を壊す恐はあるが多くの場合手短かに成功するものである。

### 第十一 春 分

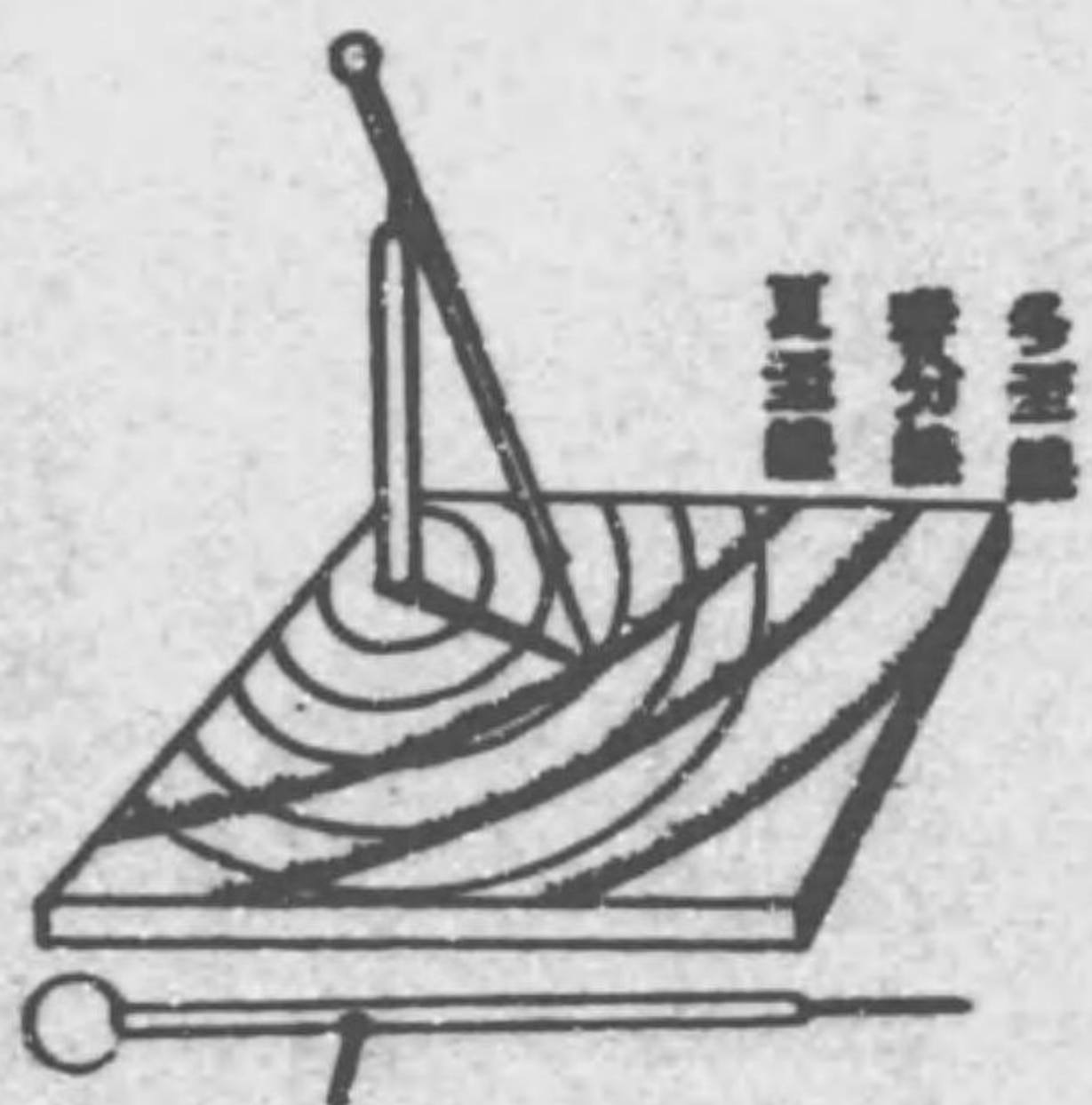
(圖定理科書 第四十六課)

一、實驗事項。1. 太陽の運行を見る實驗。

2. 氣温の測定。

二、實驗方法。

(一) 太陽の運行する模様。



(圖五十四第)

(兎、中) 1. 日光による直立棒の影法師の長さや位置。板の一方に偏して中心を置いた幾つかの同心圓の中心に棒を直立せしめ、日光によつて生ずる影の長さや位置が如何に變化するかを研究せしめ、正午に於て最も短かい事を知らしめる。又其の影の端と棒の頂とを直線棒で連結すると太陽の方向がわかる。第四十五圖は之を示してをる。此の實驗に如述の様な装置を使用する時には、其の實驗中次學年で行ふ夏至、秋分、冬至の場合にも同一の場所で行ひ、其の位置を變じないのがよい。猶それ〴〵影法師の端を連結して線で示して置き、次の實驗の場合と比較すると餘程面白い結果が得られて有効である。

2. 運動場の平かなる一隅に東西及び南北に直線を引き其の中心に鉛直棒を立て常に備

太陽の運行  
状況を見る  
實驗



附けて置き右と同じ実験をするのもよい。

(二) 気温の測定。

(見、中、後) 教場で毎日測る気温を當日のと比較して見る。

### 第二章 尋常科第五學年之部

#### 第一 夏至

(圖定理科書 第十六課書)

一、實驗事項。1. 太陽運行の模様。

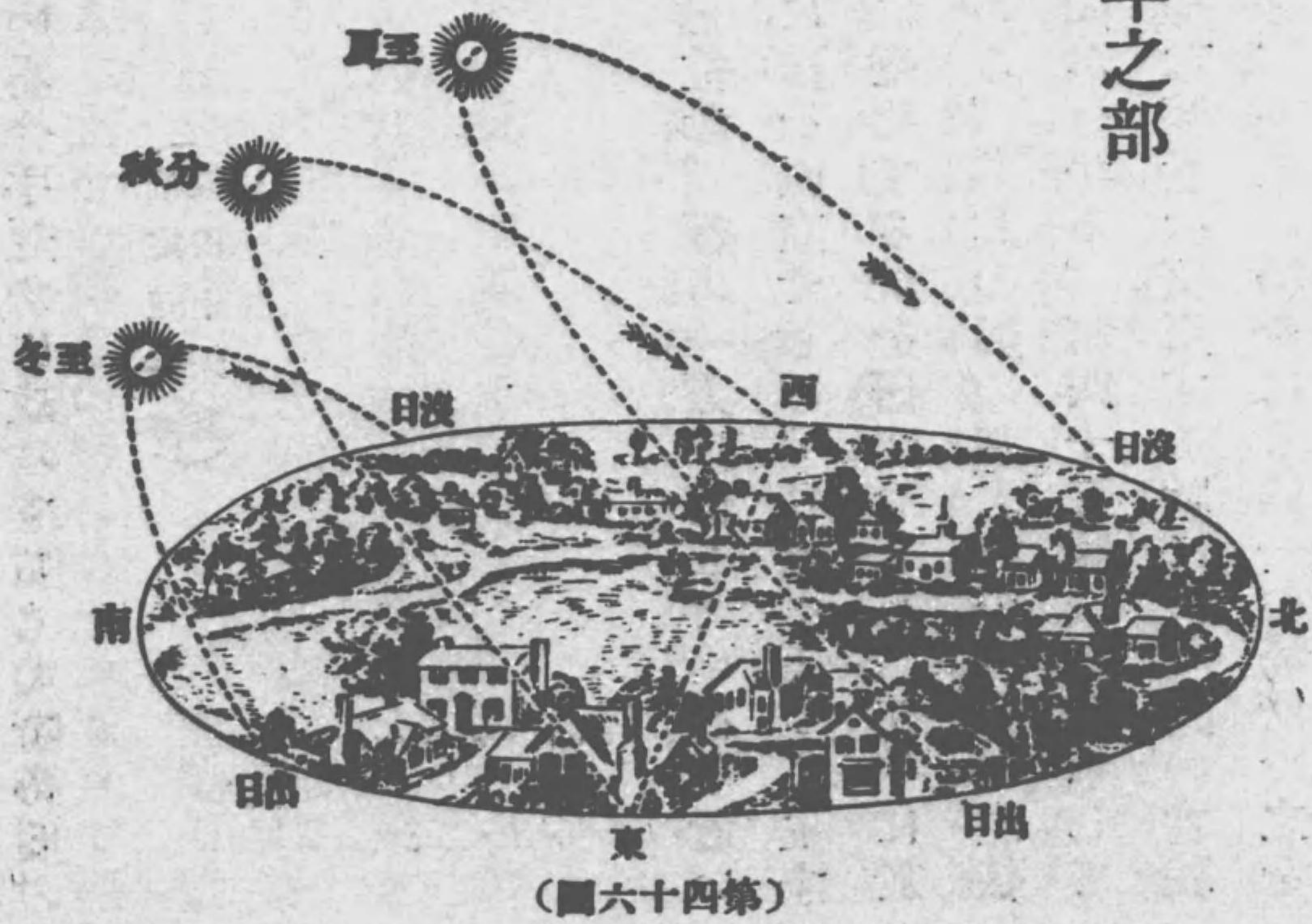
2. 外氣の温度の測定。

3. 空氣中の水分。

二、實驗方法。

(一) 太陽運行の模様。

(共) 尋四第十一の場合と同様にして見るのもよいが、一步を進めて自分の學校を中心とし、地域を定めて、山河、原野、大樹、大建造物など



(圖六十四第)

を標準に、東西南北の方位を具體的に正しく決定した上、日出、日没の地點、太陽高度の模様等を郷土的に觀察せしめると有効な結果が得られる。

之は秋分冬至にも及ぼし又春分とも連絡させてその効果を助長すべきである。

(二) 外氣の温度の測定。

(見) 尋四實驗十一と同様にしてそれを春分の場合の結果と比較せしめる。

(三) 空氣中の水分。

(教) ビーカーに冷水を入れ、之を室内に置いて其の表面に生ずる水滴を觀察せしめる。此の時ビーカーの表面は之をよく拭ひ、紐で吊すか机上に置くかして、自然に出来る水滴を見させる。



(圖七十四第)



#### 第二 秋分

(圖定理科書 第二十七課書)

一、實驗事項。1. 太陽運行の模様。

2. 外氣の温度の測定。

二、實驗方法。凡て尋四實驗第十一尋五實驗第一と同様。結果を春分の場合及び夏至の場合と比較させる。

### 第三 食 鹽

(國定理科書 第三十四課)

- 一、實驗事項。1. 溶解と結晶。
- 2. 鹽田式製鹽の模式實驗。

#### 二、實驗方法。

##### (一) 溶解と結晶。

(見、中) 1. 食鹽水を造ること、及び其の蒸發によつて結晶をつくること。ビーカーに水を入れ、之に少量の食鹽を投じて攪拌すれば溶ける。若し食鹽の量多きに過ぐれば其一部分は溶けないで残る。濃い食鹽水を蒸發皿に入れ、之を熱して其の水を發散させると食鹽の結晶が出来る。之を那大鏡で觀察させる。



(圖八十四第)

鹽田操作の  
模式實驗

食鹽の溶解  
及び結晶析  
出

##### (二) 鹽田式製鹽の模式實驗。

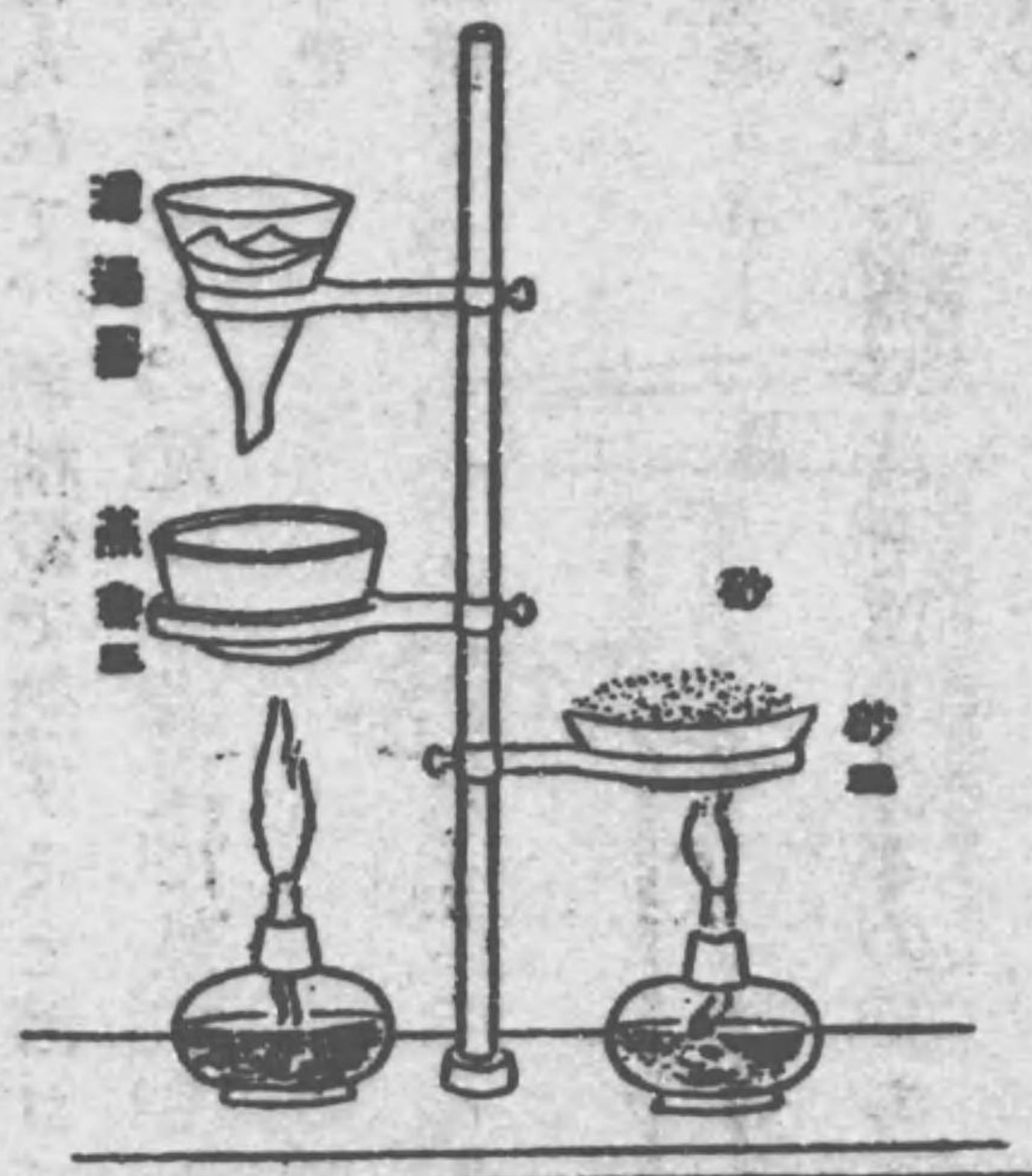
(敷) 装置はスタンドと砂皿、漏斗と蒸發物とで組立つ。砂皿に食鹽水を振りかけ酒精燈で水分を蒸發させ數度繰り返す。斯くして砂に多くの食鹽を附着さす。(これが鹽田操作の模式である) 其の砂を漏斗に入れ、上から食鹽水をかけて砂についてゐる食鹽を溶解させ、蒸發皿に受ける。次に濃い食鹽水を煮つめる。これ煮熬法を模したものである。

##### 三、操作指導。

溶解の操作

1. 溶解の仕方。溶す可き溶質の少量宛を入れ、其の溶解を待つ。一般に其の溶質が小さい粉になつて居る程溶媒との接觸表面が廣いので溶解が速い。又硝子棒で其の中を攪拌して溶質の周圍に出来る濃き溶液を他にやると溶解が速められる。

此の時攪拌棒で容器の底をつき破らぬ様兒童に注意せしめることが肝要である。斯く溶解の運送は溶質の粉末程度とか、攪拌の有無とかで左右せられるが、温度が一定である以上、溶解の度に變化はない。溶解の度を左右するものは温度である。食鹽に限り其の影響を受けることが甚だ少ない。



(圖九十四第)

蒸發による  
結晶の作り  
方



(圖十五第)

2. 蒸發により結晶をつくる操作。所要の溶液を蒸發皿に入れ、靜かに酒精燈で熱しながら硝子棒で攪拌する。水分が揮發し溶液が濃厚となるにつれて熱し方を弱めねばならぬ。此の時急熱すると、液が四方に飛散して結晶の出来る模様を充分觀察する事が出来ない。故に注意を要する實驗では、特に湯煎鍋上で之を熱し其の蒸氣又は湯の熱で蒸發させる方法をとる位ひである。

### 第四 硫 黄

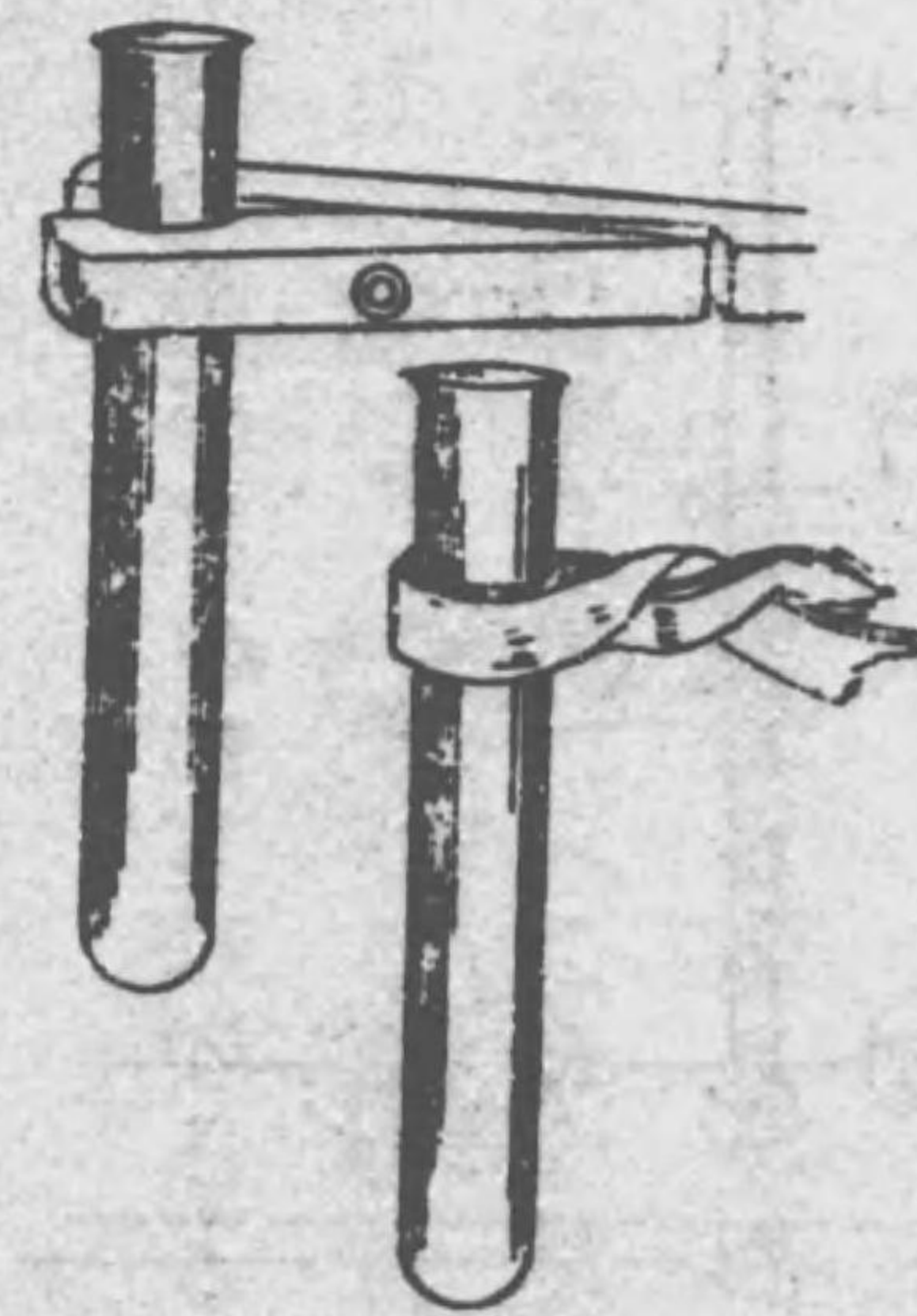
(第三十五科書)

- 一、實驗事項。
1. 熱により容易にとけること。
  2. 燃え易いこと。
  3. 亞硫酸ガス。
  4. 金屬と化合し易いこと。
  5. マッチ。

#### 二、實驗方法。

(一) 熱により容易に融けること。  
 (見、中) 試験管で熱してみる。硫黄を試験管に入れて、酒精燈で熱すると溶けて、黄色の流動し易い液となり、猶ほ熱すると黒色の粘性液となる。更に高温度に熱すると粘性が段々少なくなり、次いで沸騰するに至ると濃い茶色の氣體を發する。この氣體を冷水上に注ぎかけると硫黄華となる。

(注意) 硫黄を試験管に入れて熱する時は其の一部が熔けて暗黒色に變つても、他の部はまだ熔けずにあるといふ状態であるから以上の三段の變化を見るといふことは困難であるが、遂に液から冷める時は比較的一齊に進行するから、三段の



(圖一十五第)

變化が割合に明確に見られる。

試験管挟みには種々あるが木製がよい。單に試験管を挟んで熱の傳導を防ぐ丈けのことならば日本紙を切つて幾重にも折り管に巻きつけて使用してもよい。

#### (二) 燃え易いこと。

(見、中) 1. 箸の先端に硫黄をつけ、之に点火すると、容易に青色の焰を出して燃え、悪臭ある亞硫酸ガスを發生する。

2. 微温點火。鉛筆の尖端に硫黄華と粉末鹽酸加里とを混合したものを少量に附け、燭火を消して餘熱のある所へつけてみると直に發火する。

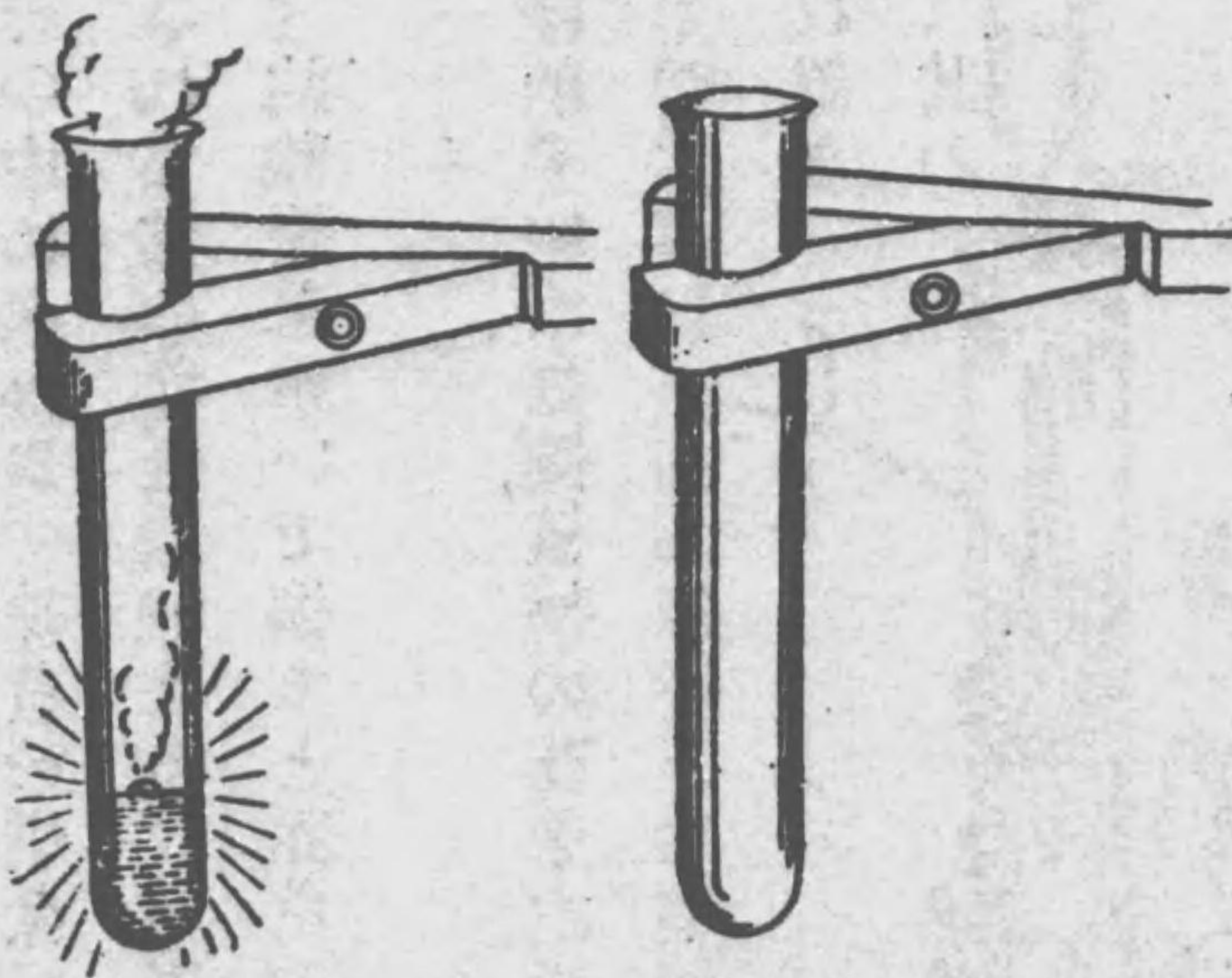
硫黄が鹽酸加里と共に、マッチの成分をなす理由もこれから窺はれる。

#### (教)

1. 強熱燃燒の實驗。試験管に硝石を入れ、温めて溶解し置き、其の中へ一粒の硫黄を落すと非常に高温で熾熱する。硫黄が硝石と共に黒色火藥の主要成分をなす理由も亦ここにある。

#### (三) 亞硫酸ガス。

(見、中) 1. カメレオン液の漂白。試験管に少量のカメレオン液を入れ置く。箸の先に硫黄をつけたも



(圖三十五第)

(圖二十五第)

硫黄の燃え易い實驗

硫黄華と粉末鹽酸加里とを混合したものを少量に附け、燭火を消して餘熱のある所へつけてみると直に發火する。硫黄が鹽酸加里と共に、マッチの成分をなす理由もこれから窺はれる。

亞硫酸ガスによる漂白實驗



(圖四十五第)

のに点火して其の試験管の中に入れる。硫黄の燃えて出来る亜硫酸ガスに漂白されて其の紫色が消える。第五十四圖は之を示してをる。試験管を塞いで振ると赤色の消失が一層速かである。

2. 蒸發皿の中で硫黄を燃やし、其の上に第五十五圖に示す如く直接植物の花を水で濡してかさすと漂白される。

(三) 殺菌作用のあること。廣口瓶の中に小動物を入れ置き

チョーク製の燃焼匙に硫黄を盛り、点火して其の中に下し、其の儘蓋をして暫時放置すると其の動物は遂に斃死する様になる。

(四) 金属と化合し易いこと。

(兒、中) 1. 試験管中に少量の硫黄を入れ、充分強く熱して沸騰せしめ置き、その中へ螺旋に巻いた銅線を熱して挿入すると赤熱化合して黒變する。

2. 銅板に硫黄の粉をふりかけ之を酒精燈で熱すると銅板はそれと化合して黒色の皮が出来る。



(圖五十五第)

(教) 1. 銀板の上で同上の實驗をして見ると、硫化銀の黒い光輝ある化合物が出来る。

(五) マツチ。

(教) 1. 簡易マツチと微温点火。硫黄華、粉末鹽酸加里、少量のアラビヤゴムを混じ、

金属と硫黄との化合

簡易なマツチの製法

(靜に紙の上で混するのがよい。決して乳鉢等で擦り混ぜてはならぬ) 水で捏り、棒の先端に附け、乾くのを待ち、燐寸箱で摩擦してみるか、或は酒精燈の焰を吹き消し、まだ餘熱のある所へあて、見ると發火する。  
若し此の實驗を兒童に行はすのであるならば、水で捏つたものを少しづつ、分ける様にするのが一番安全でよい。

### 第五 水 素

(圖定理科書) 第三十六課書

一、實驗事項。1. 水素の發生及び捕集。

2. 水素の諸性質を見る實驗。

二、實驗方法。

(一) 發生及び捕集。

(兒、中) 1. 亞鉛と稀硫酸とで水素を發生さす。發生装置には又狀試験管又は柵附ガス發生装置を使用するのが簡便でよい。使用法は尋常科第四學年の炭酸ガスの發生法の所で既に述べて置いた。

(教) ガス發生用大装置で多量に製出し得る方法をとればよい。

(附) 稀硫酸は工業用の濃硫酸を約六倍位に薄めたものを使用するのが普通である。之をつくるには先づ五容の水を薄手の容器にとり、それに一容の濃硫酸を少しづつ、加へて



(圖六十五第)

水素の發生及び捕集

水素の發生用に供する稀硫酸の作り方

水素の發生に使つた亞鉛の後始末

水素の豫備試験

安全管の作り方

攪拌し、全部を加へ終つてからそのまゝ、放冷する。

水素の發生を手速くなさしめるには、まだ稀薄な硫酸でもよいから、其の内に數滴の硫酸銅溶液を加へて置けばよい。殊に亞鉛の新しいものを使用し、純粹なものを用ふるときには是非此の手段をとらねばなぬ。かくするとイオン化傾向の關係で、銅の一部が亞鉛の上に折出し、亞鉛の溶解即ち水素の發生を促進するものである。

2. 亞鉛は半粒状のものを使用するに限る。使用後其の儘で放置して置くと、硫酸亞鉛が其の表面を掩ふて眞白になり、次回に使用する時、容易に水素が出ない様な悪結果を残すから、必ず水でよく洗つて貯へて置かねばならぬ。

(二) 水素の諸性質を見る實驗。

(附) 水素と空氣の混合してをるものに點火すると、強い爆發を起して危険である。殊に其の體積の割合が酸素一容、水素二容であるときは最も甚だしい。而しこれは密閉器中のことで、口の廣い開口管ではたいした事はない。故に特に注意を拂はねばならぬのは發生器の誘導管口に直接點火する時である。斯かる時は、先づ其の水素を小試験管に分ちとり、豫備實驗として別に點火して見ればよい。空氣が混合してをれば木を裂くやうな爆音が出るものである。

安全燃焼管を使用すれば其の注意も亦不必要となる。安全管にも色々ある

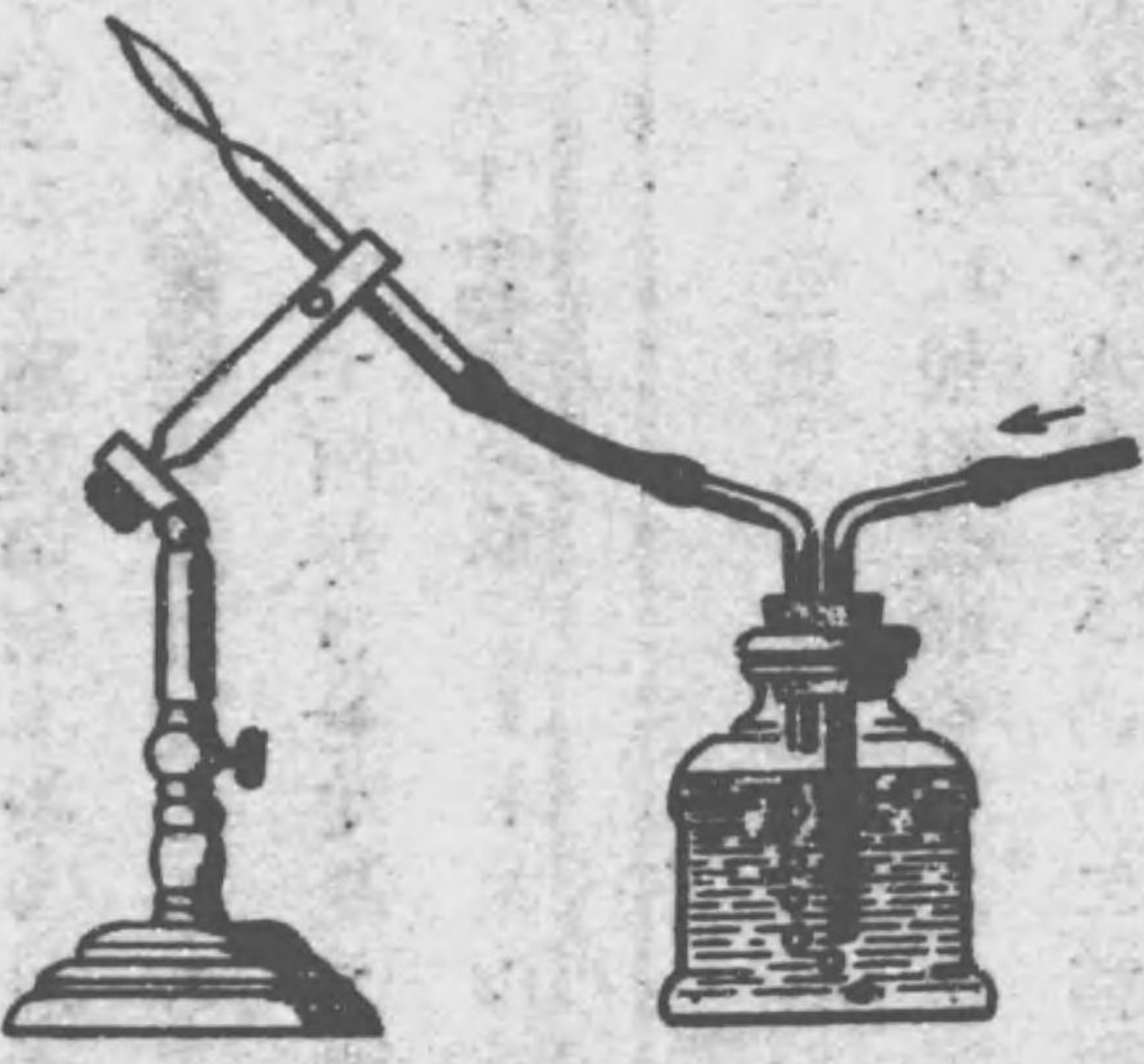


銅網數十枚本 (圖七十五第)

が水素を誘導する硝子管内に縦に細かい銅線を十數本併べて入れても充分効果のあるものが出来る。これ爆發の内進(内部に火の移ること)せんとする時、其の部分の發熱を其の銅線が速かに全部に傳へて各部の溫度を其の發火點以下ならしめる爲である。尙洗滌罐又はマイエル型のフラスコ、インク罐等を利用して上圖に示す様に瓦斯を誘出する途中で、水を二つに分離してもよい。其の時洗滌罐、インク罐又はマイエルフラスコ中には、水を多く入れ、空所を少なくするがよい。

(見、中) 1. よく燃えて水を生ずること。ランプの竹ボヤに硝子管の貫通してをるコルク栓をはめたもの

(第五十九圖)を用ひ、水素誘導管口に點火して其の下端に入れる。こゝに水素の燃焼によつて生ずる水蒸氣は其



(圖八十五第)

の硝子管を通過する時に凝縮して水滴となり、集つて下方に滴下する様になる。

此の實驗に於ては硝子管は相當に大きいものがよい結果をもたらすものである。

又第六十圖の如き組立により、鉛直に立て

た硝子管内に下から水素焰を挿入すると、内部の空氣が振動して發音焰をつくり、美妙的な音樂を奏しながら上部に水滴をつくるのが面白く見られる。



(圖九十五第)

水素の光と温度



(圖十六第)

2. 燃の温度と光を檢べる。水素の發生に使用される粒狀亞鉛が砒素などの不純物を含むでをるために、多少青白色の焰となり、又硝子管口で點火する時などには硝子の一成分であるナトリウムが高温のため燃えて有色の焰を出すことがあるが、純粹の水素にあつては無色の焰で燃えるものである。之を正しく見るには、硝子管口に上端が小孔になつて居る金屬製の帽子をきせて燃焼を行へばよい。

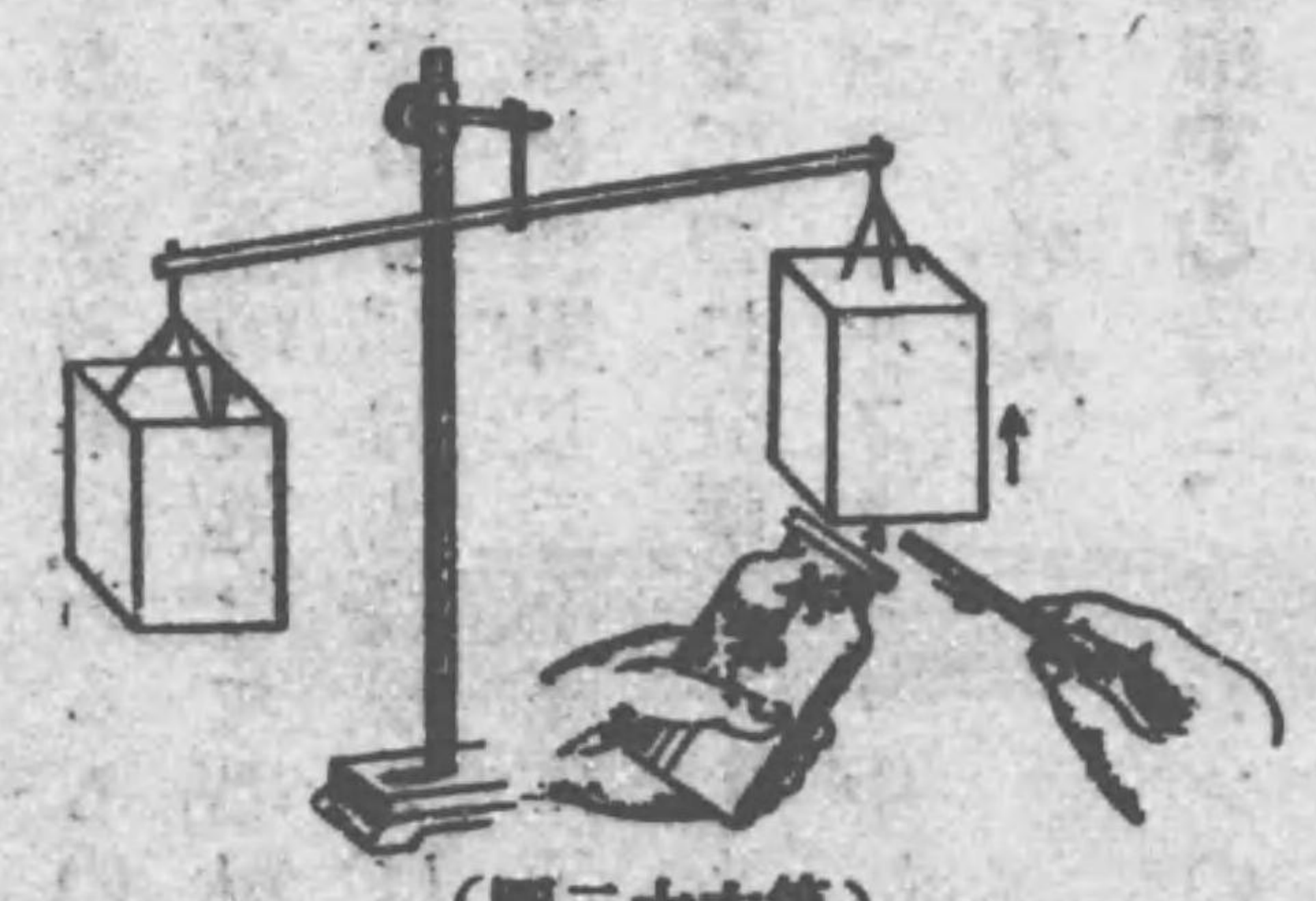
水素の軽いこと



狭み、それを水素焰中に入れると見々たる光を出す。

3. 空氣よりも著しく軽いこと。一試験管(イ)中に水素を捕集し、之に他の試験管(ロ)を重ね、暫時の後上の試験管に點火して見ると、水素がその方に移つてをることがわかる。之を教授實驗として集氣罐で行ふのもよい。

(教) 1. 水素の軽いこと。(第六十二圖) 第四學年で炭酸ガスの時に使用した袋を逆に吊しその桿を釣合せて置いて、下から袋



(圖二十六第)

の中に水素を上注すると、水素を入れた方が上にあがる。  
2. 空氣を混ぜるものの爆發すること。試験管に水素をとり、少量の空氣を混じて點火すると、絹をさく様な爆音を出す。サイダー罐に水素と空氣又は酸素との混合物を入れ、小硝子管を貫けるゴム栓をなし、罐口を外方にして管口に火を近づけると、爆音と共に栓の飛出するのが見られる。

### 第七 炭 素

(國定理科書 第二十七課書)

- 一、實驗事項。1. 木片或は木質の乾溜。
- 2. 炭素の脱色作用。

#### 二、實驗方法。

(一) 木片或は木質の乾溜。  
(見、中) 鋸木屑又は細き木片を試験管に入れ、酒精燈で熱すると白煙を出す。その煙に點火して見るとよく燃える。如何に乾燥せしめたものでも多少の水分を水蒸氣として始めに出すから、實驗の始め暫くは此の爲めに點火の困難なことがある。而しそれは最初の短時間に過ぎない。白煙が出ない様になれば大體揮發物の發出が止んで木炭を残す様になつたと見て差支ない。  
揮發性可燃ガス即ち木ガスを本體とせず残留物即ち木炭を本體として此の實驗を行ふ場

木質の乾溜

木炭本位の乾溜實驗法

合には、二枚の鐵製砂皿の間に鋸木屑を入れて下方から酒精燈で熱するのがよい。さすれば數分で立派な木炭が得られる。

(數) レットルトで以上の實驗を大仕掛にやつて見る。木炭木位の乾溜は兒童實驗の場合と同様でよい。

(二) 炭素の脱色作用。從來炭素が色素を吸着して着色液の色を取り去る作用は、骨炭に於て最も著しく顯はれる様に誤解して居た様であるが、大正十二年三月大阪理化學研究所の研究發表は意想外の結果を示した。

乾溜に用ひた物質 乾溜で出來た炭素の脱色率

脱脂綿	四十三
松樹材鋸木屑	三十六
檜材鋸木屑	三十六
樺、櫟材鋸木屑	二十五
骨炭	十八
梅材鋸木屑	十八
栗材鋸木屑	十八

以上は兒童實驗に於ても大、中、小三段の區別は立て得られる様である。是等に比べて特に脱色度の大きいのは里芋の葉柄を焼いて製した炭素である。その焼き方も簡單で右圖



(圖四十六第)



(圖三十六第)

の如く直接點火すると消えることなく燃えつき、あとに脱色度のつよい炭素を残す。

(見、中) チョーク入箱に詰めてある鋸木屑で作つた乾溜炭とマゼンタの淡い溶液とを試験管に入れ、熱して濾過して見ると脱色されて無色の液體となる。

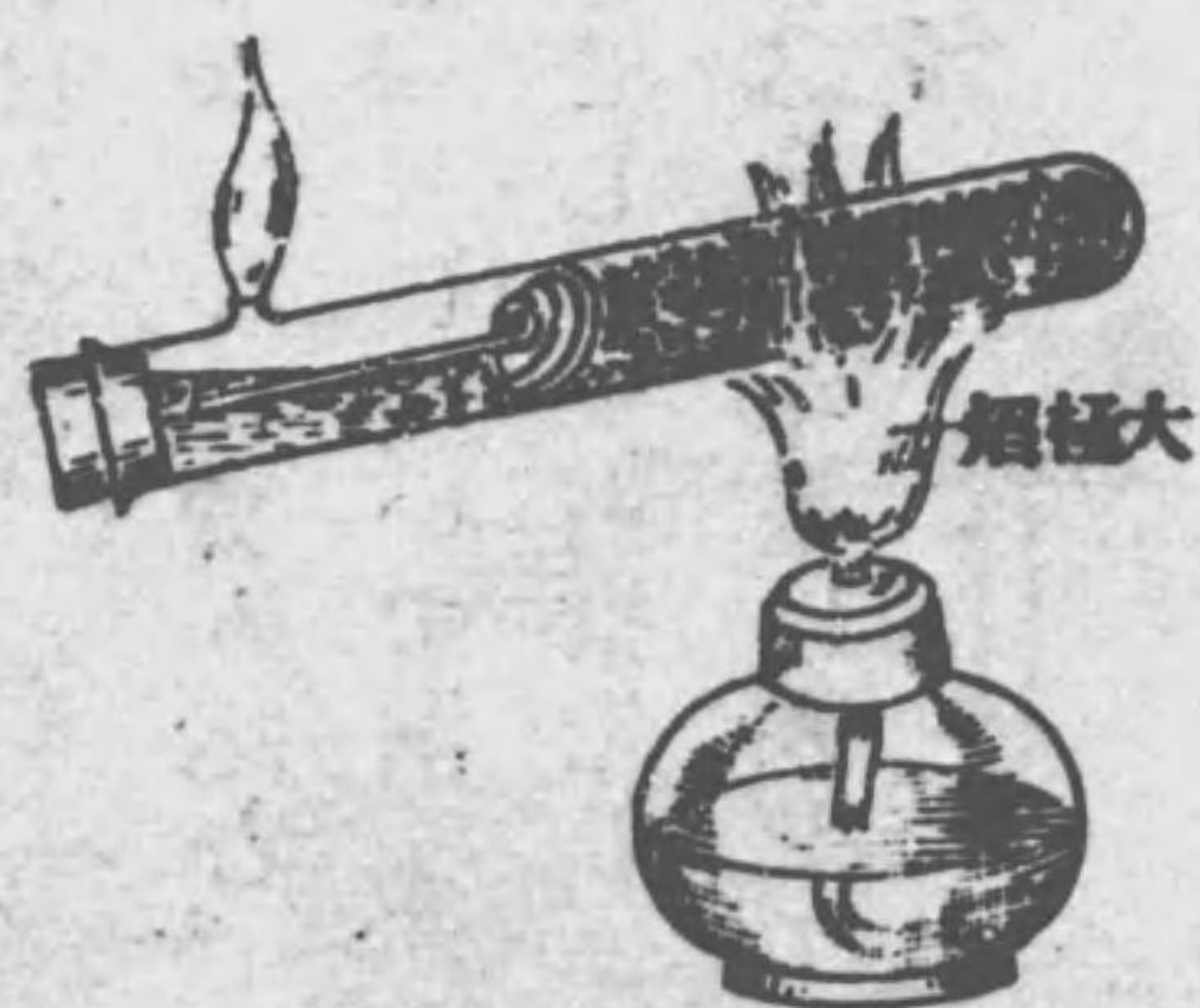
此の實驗に普通の木炭を使用する場合には、細粉末状にするのがよい。粒の細かい程効果が大きいことは理論と實驗の結果とが共に之を示してをる。

(數) ビーカーに赤砂糖の小量を入れ、多量の水を加へて溶解し、色附いた液とする。

之に右の乾溜操作で得られた脱色炭の粉末を加へてよく混じ、熱して濾過するとその赤褐色は炭末に吸脱せられて、透明度の増した無色に稍々近い液が得られる。脱色度が不充分であれば再度之を行ひ濾液を靜かに煮つめて砂糖にする。此の場合にも細末粉状のものを用ひる程有効である。

(三) 操作指導

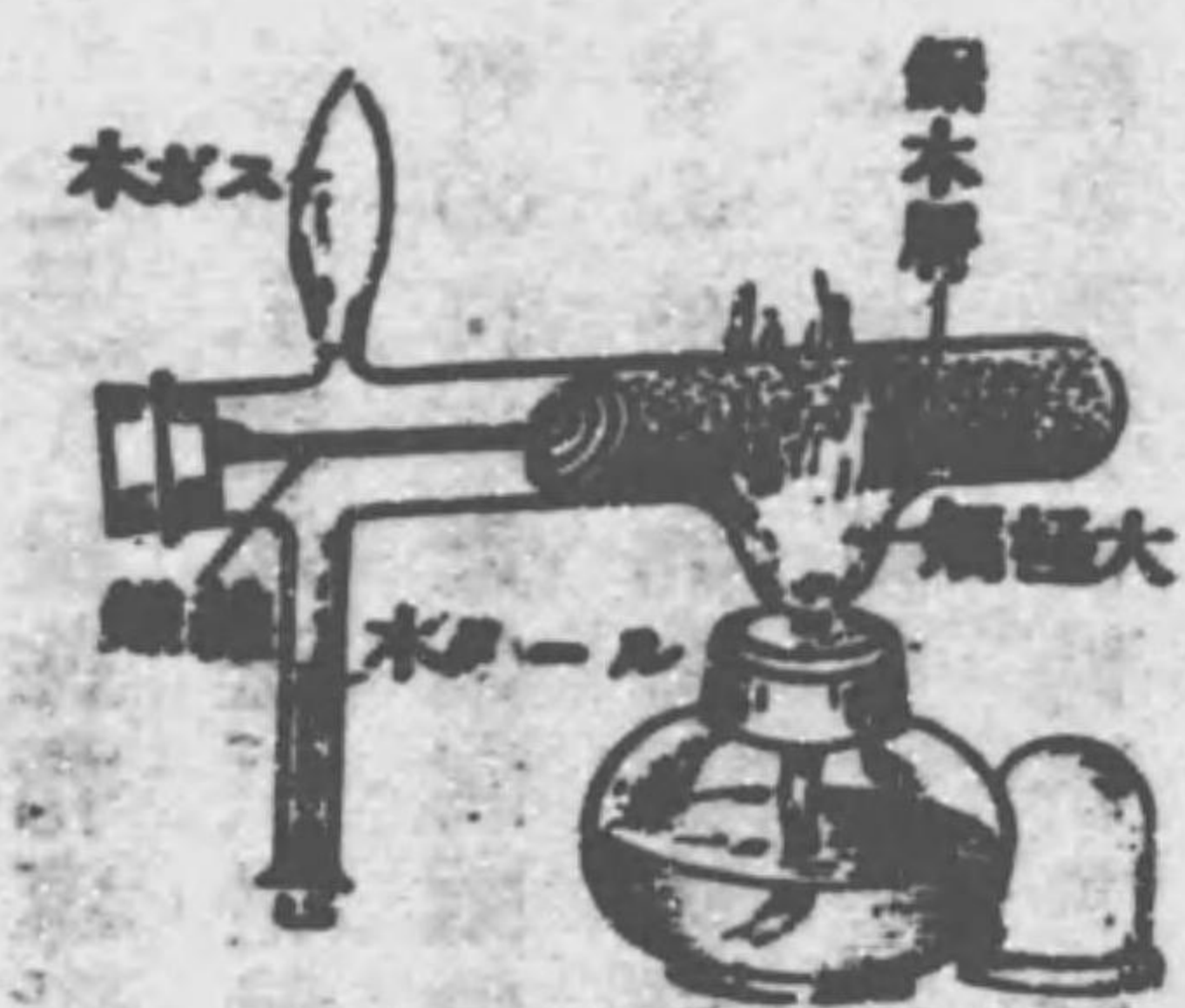
1. 乾溜法。兒童用の乾溜装置としては第六十五圖の如く試験管の口に近い側面に小孔をあけたもの、又は第六十六圖の如く曲管の曲り角に上方向きの小孔をあけたものを挿入した試験管を使ふのが簡便である。其の試験管に乾溜すべき物質を入れ、管口を稍々下方に傾斜させて、之を熱し側口から出る瓦斯に點火して揮發物に對する實驗を行ふ可く、管口乃至は曲管を傳つて出來るタームと水様液とは、自ら



(圖五十六第)

二層に分れて集まるから、これによつて途中の冷縮物を檢せしめることが出来る。

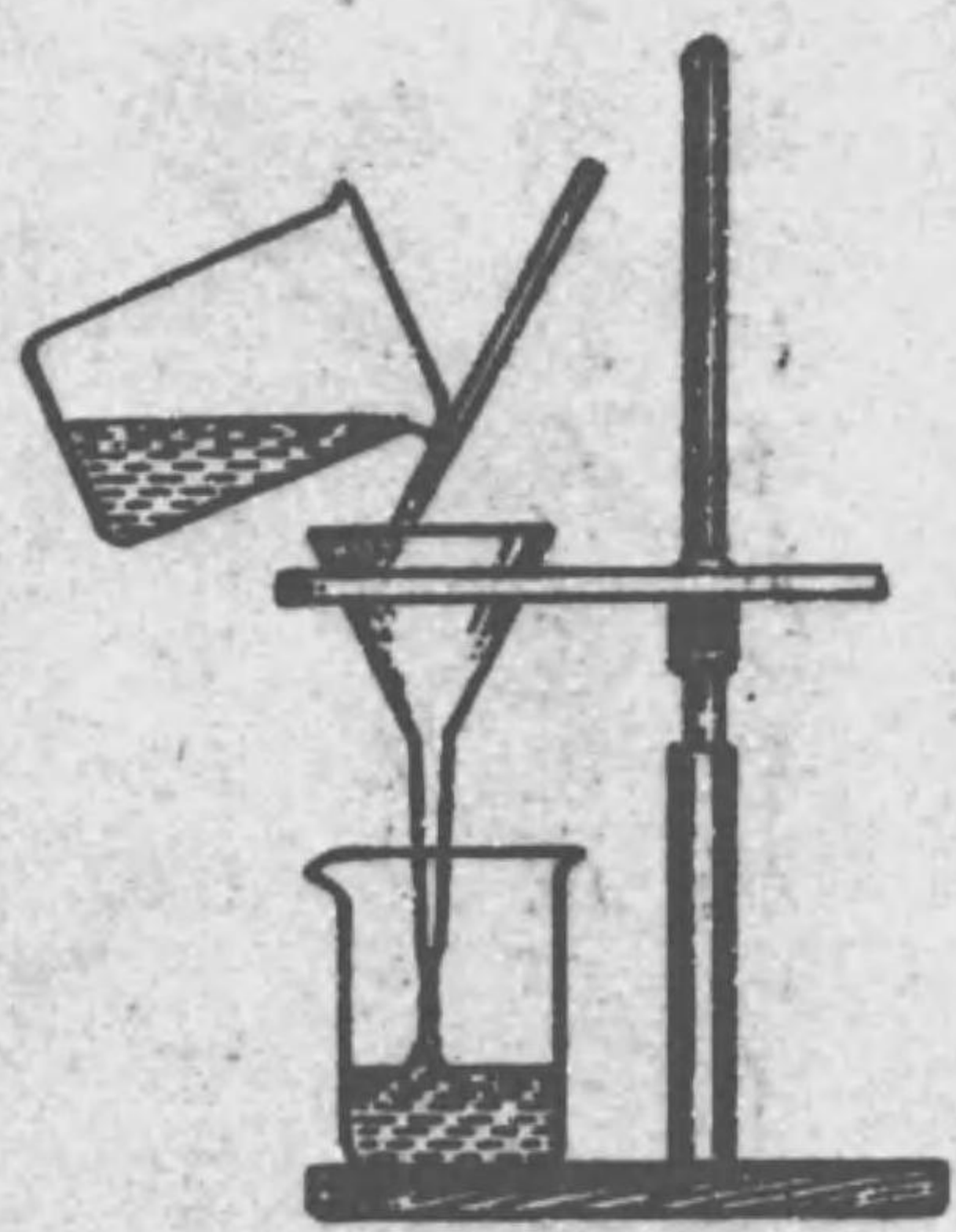
後に残る炭素についても充分觀察檢識せねばならぬ。



(圖六十六)

2. 濾過法。濾紙を中央で二つに折り、又二つに折り込む。新しくして丁度漏斗に嵌まる様になつたものを一三に開いて漏斗に入れ、少量の水を注加して濾紙を漏斗に附着せしめ、猶指先でよく押しつけて空気が中間に残らぬ様にする。之を漏斗臺に乗せて第六十七圖の装置を組立てる。

此の時漏斗の下口を受け器の壁に觸れて居る様にして濾過を行ふと、濾液は受器の壁を傳はつて下り、幾分濾過の時間を速めることが出来る。又濾過は少し温い間に之を行ふと餘程その時間を短少することが出来て都合がよい。猶濾過の順序としては、上澄液から次第に漏斗に移し順次沈降物に及ぶ可きで、其の際必ず圖に示す如く液を硝子棒を傳はらしめつゝ、移し其の後廻りを防ぐ様にせねばならぬ。



(圖七十六)

### 第八石炭

(國定理科書第三十八課)

#### 一、實驗事項。1. 石炭の乾溜。

#### 二、實驗方法。

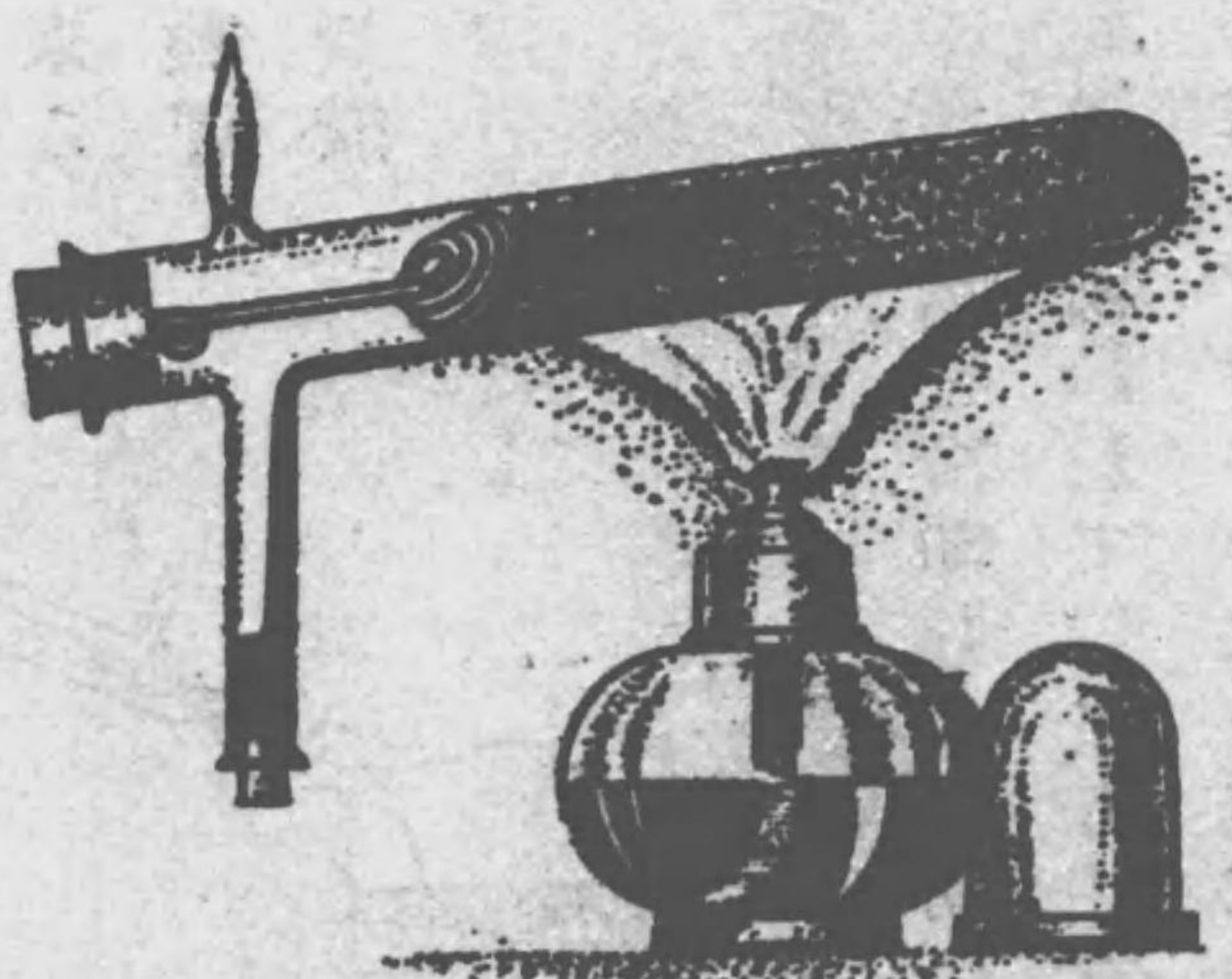
##### (一) 1. 石炭の乾溜。

(見、中) 1. 試験管で行ふ。器具方法は第六十五圖及び第六十六と異なる。只石炭を出来る限り細末状にすることを忘れてはならない。水分が蒸氣となつて出ること、は木質の乾溜以上で揮發物に點火し得る迄の時間が前實驗以上に長くかゝる。

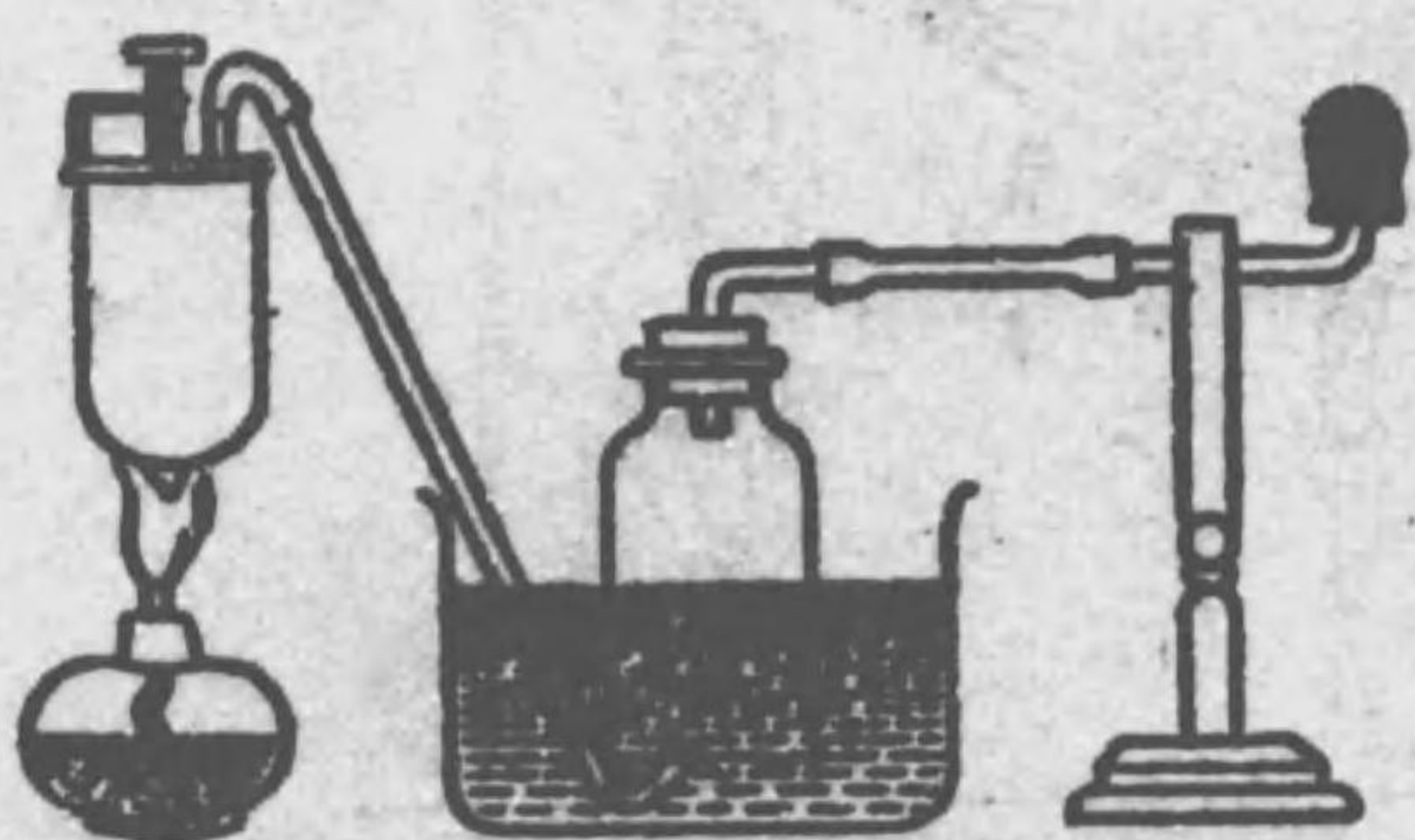
2. 副生物をとらしめる。タールを取り出して其の臭氣等を研究させる。

##### 3. 瓦斯の燃焼。

(教) 圖の如き鐵製レトルト中で石炭の乾溜を行ひ出て来る氣體を水で洗滌してアムモニア分を除去する。而してガスの發出口にマンツルをつけて點火して見る。右の裝置としては兒童實驗の様なものではガスの發生量が少くてマンツルを取附けての實驗には都合がわるい。發生捕集より洗滌、點火の關係に至る迄の経路をよく觀察せしめるには第六十九圖に示す如き裝置によるのが簡便でよい。



(圖八十六)



(圖九十六)



# 第九 石油

(國定理科書 第三十九課)

石油の燃焼  
生成物

石油の分溜  
及び分溜上  
の注意

一、實驗事項。1. 燃焼成生物の検査。

2. 石油の分溜。

3. 揮發油の性質及び用途。

二、實驗方法。

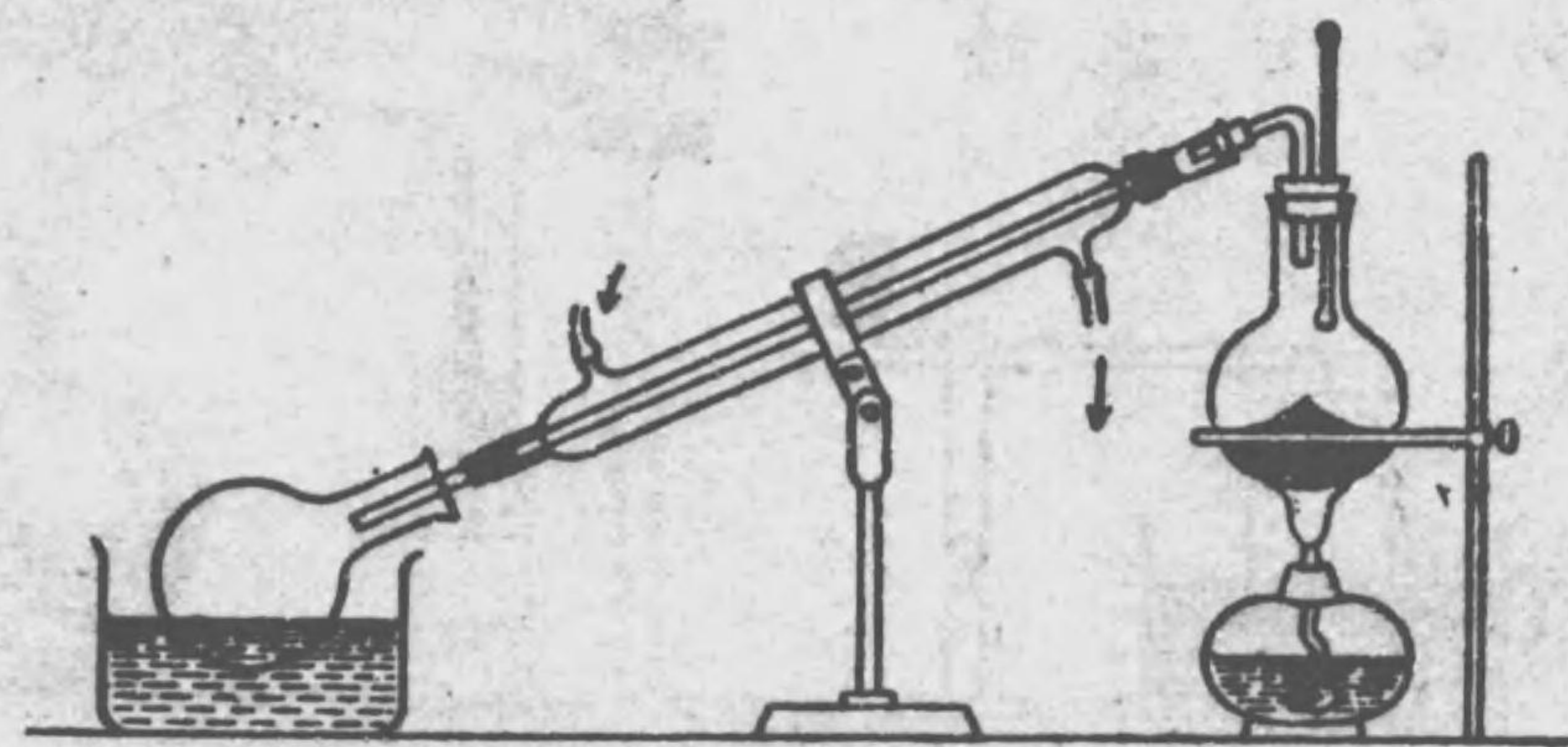
(一) 燃焼成生物の検査。

(教) 石油が燃えて生ずるもの、検査(水、炭酸ガス)ランプに点火して注意して見てをると、始めホヤの内に水滴の出来ることが其の曇から見られる。次にランプのホヤの上に暫時試験管を倒立したる後、之に石灰水を入れて振ると、白濁によつて炭酸瓦斯の發生してゐた事が知られる。

(二) 石油の分溜。

(教) レトルトで原油を分溜して、大體三部に分けること。

レトルト又はフラスコに原油を入れ、之を靜かに熱しつゝ、其の蒸溜物を冷却し、最初に出て來るものと、中程及び最後に出るものとの三部に分ける。此の實驗に於て、最も注意すべき事は原油に水分の混入せぬ様にする事である。レトルトなりフラスコなり兎に角原



(圖十七第)

油を入れて熱す可き容器は初めから乾いたものを用ひ、若し水で洗ふ様な事でもあるならば、よく乾かせた上原油を入れねばならぬ。水が少しでも混入して居ると、突沸の現象を起こして原油を飛出せしめ甚だしい時には、容器を爆破することがある。之はその内容液が發火性のものであるから爆發そのものよりも一層の危険を感ぜざるを得ざる譯である。又豫め寒暖計を挿入して置いて、分溜液の温度を検するならば大體次の標準により之を分つ可く、其の寒暖計は攝氏三百六十度迄目盛せる水銀寒暖計によるがよい。

第一溜出液 (攝氏百五十度迄)……揮發油。

第二溜出液 (同右以上三百度迄)……燈油。

第三溜出液 (攝氏三百度以上)……重油。

此の場合には寒暖計の示す温度に注意を拂ひながら實驗をつゞけ、最後に三百度以上になれば其の寒暖計の最高温度に達せない前に、其の實驗を中止し、寒暖計の破損を防がねばならぬ。

(三) 揮發油の性質及び用途。

(見、中) 1. 引火點の低いこと。細長い吸取紙の二片をとり、其の一方に石油、他方に揮發油をつけて同一の高さに保ち、其の直下から下圖の如く焰を次第に掲げて見ると、揮發油のついてをる方に早く點火する。又少量の揮發油を小さい蒸發皿に入れ、火を近づ



(圖一十七第)

揮發油の引  
火點

油を溶す事

揮發し易い  
こと

けて見て點火し易いことを試めす。此の實驗は石油、重油等を入れた他の蒸發皿を併べて置いて比較すると一層明かに知られる。

2. 油を溶すこと。試験管に極微量の髮附油を入れ、之に水を加へて振盪して見る。勿論溶けることはない。次に他の試験管に同じ油を少量に入れ、揮發油を注加して振盪して見ると、すぐに溶ける。油による汚點の出來てをる布類を揮發油で洗つて落ちる理由がここにあることを知らしめるには此の實驗が最も有効である。實際汚點拔きの實驗を併せ試ましめるのもよい。

3. 揮發し易いこと。布片或は手指に揮發油の少量をつけて暫時放置すると、直ちに揮發して其の消失することが見られる。吸取紙とか濾紙につけて石油と比較すると一層實驗的の効果が多し。

(教) 乾燥洗濯。汚れたカラーとか其の他脂油で汚れたものを取り揮發油で洗濯して見る。之を水を用ひる場合と比較して見る。

### 第十 鐵

(國定理科書  
第四十課書)

一、實驗事項。1. 鋼の焼入れ、焼戻し。

2. 鐵の錆と其の防禦法。

二、實驗方法。

(一) 鋼の焼入れ、焼戻し。

鋼の焼入れ  
と焼戻し

(見、中) 縫ひ針、鋼ペンなどを赤熱程度に焼いて靜に冷却して見ると弾性がなくなり、柔軟性が増して来る。之を鋼の焼戻しと云ふて居る。又之を同程度に熱して置いて、急に水中に挿入し冷却すると非常に堅硬度が増加して来る。之を焼入れといふてをる。この兩方の針で硝子板を摩擦して見ると一つは曲がつて硝子を傷つけることなく、他は硝子を自由に傷つけ得ることが分かる。此の操作は堅硬度を比較するには簡便でよい。又其の兩方を同時に曲げて見ると一つは自由に曲り、他は直ちに折れる。



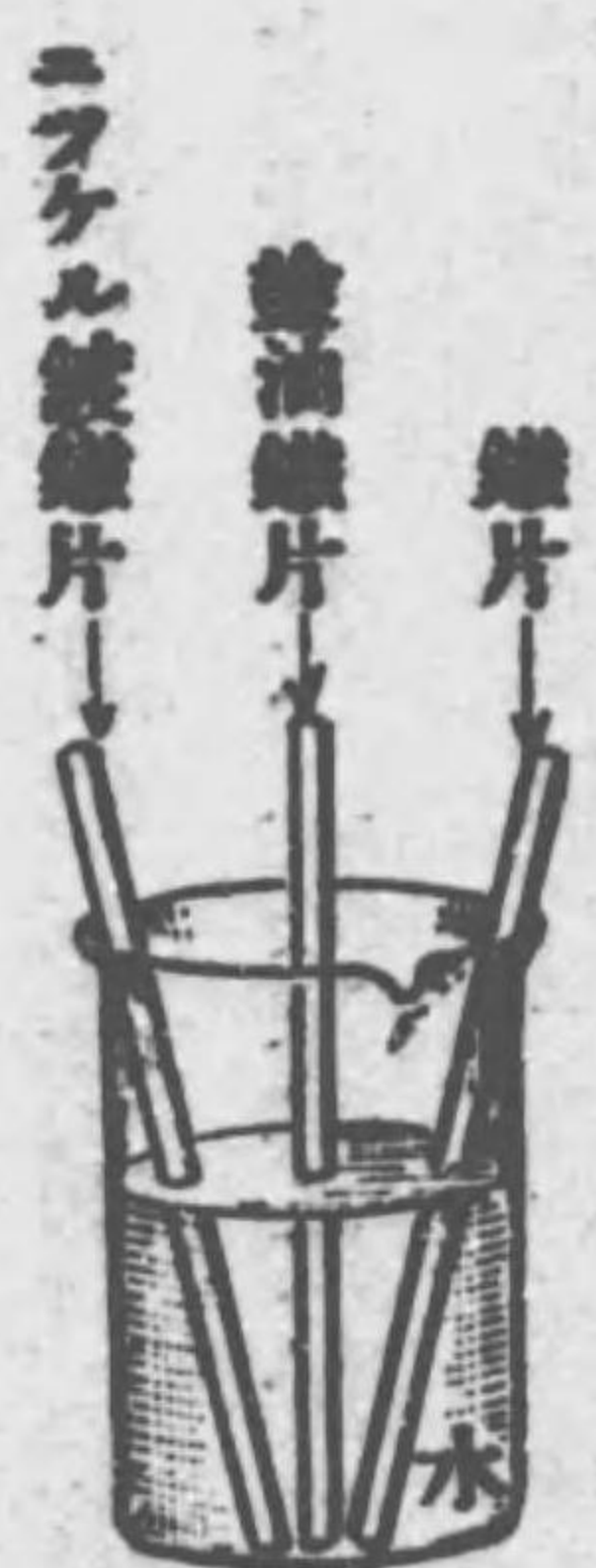
(圖二十七第)

(見、後) 鈍くて切れない小刀に焼を入れる。又餘りに脆くて刃先の缺け易いものを焼き戻す。この實驗は二三本のマッチで行ふのが手頃で、その操作が至極簡易であるから家庭で試ましめる。

(二) 鐵の錆と其の防禦法。

鐵の錆と其  
の防禦法

(教) 半ば水を充てた水瓶上に鐵片、塗油した鐵片、



(圖三十七第)

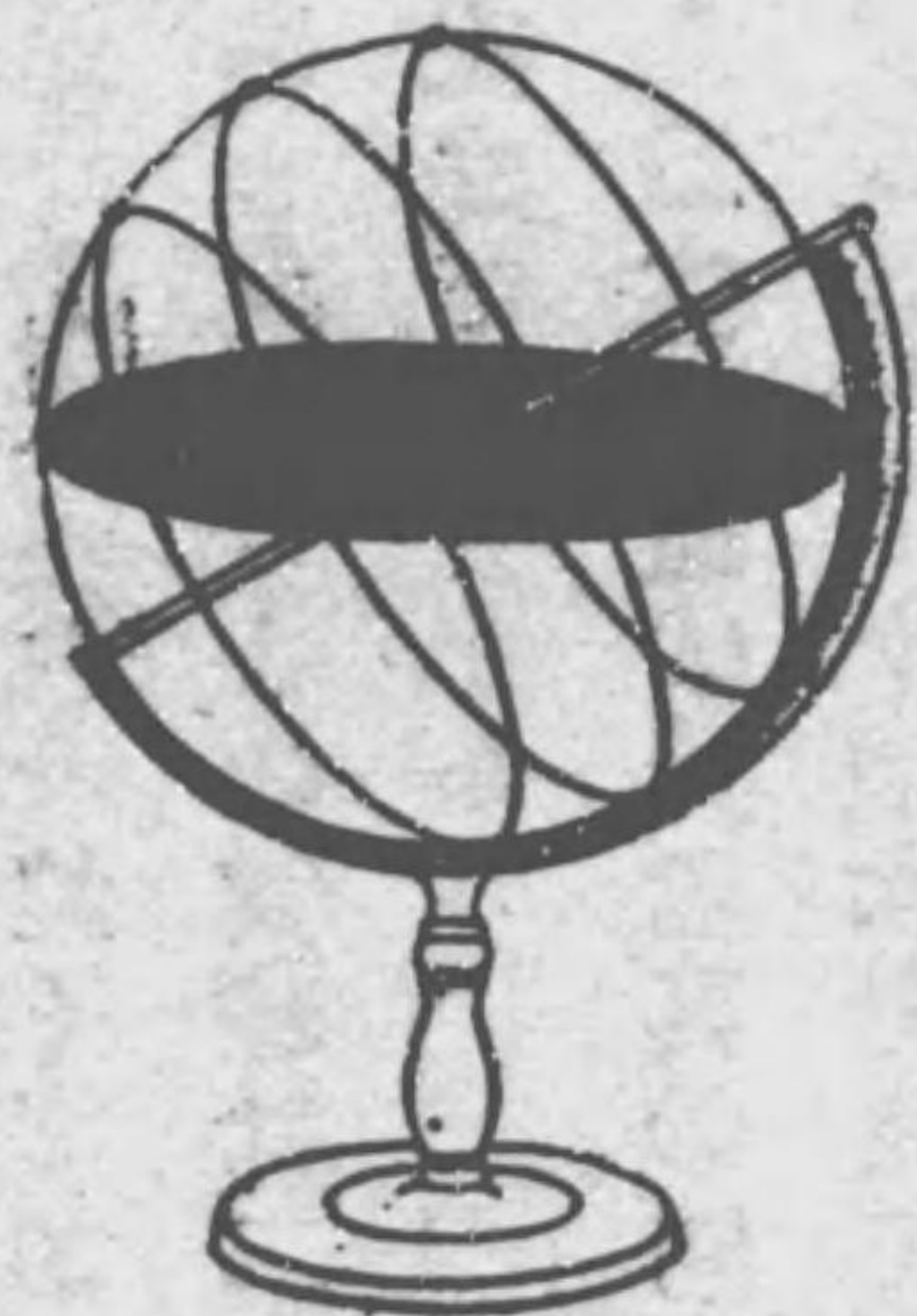
ニッケル鍍金した鐵片を入れて置いて數日後に檢して見ると、只の鐵片のみ錆びてをるのに氣附くであらう。

### 第十一 冬 至

(國定理科書  
第四十課書)

天球儀によ  
り春秋分、  
夏至、冬至  
に於ける太  
陽の位置と  
運行とを比  
較する實驗

- 一、實驗事項。1. 太陽の運行。  
2. 氣温の測定。
- 二、實驗方法。
- (一) 太陽の運行を見る。



(圖四十七第)

(見、前、中、後) 直立棒と日光による其の影法師。(第一の夏至の場合と比較して見る) 方法は春分、夏至等に於てすでに述べた。

(教) 1. 天球儀により、夏至、冬至、春分、秋分、の場合に於ける夫々の太陽の位置につき互に比較して見る。第七十四圖は、此の比較に便利なる簡易な天球儀を示したものである。

- (二) 氣温の測定。

(見、中、後) 1. 寒暖計で毎日測つてをる氣温表につき當日又

は其の前後に測つたものと比較して見る。(共同作業)



(圖五十七第)

## 第十二 錫、鉛、亞鉛、アルミニウム

(國定理科書 第四十二課書)

- 一、實驗事項。1. 融解點の大體の比較。

### 2. 鑄の比較。

### 3. ハンダの製法及びその成分と融解點の比較。

- (一) 融解點の大體の比較。

(教) 蒸發皿又は素燒皿の中へ四金屬片を入れて同時に熱して見て熔ける順を較べる。

- (二) 鑄の比較。

(見、後) 四金屬片を濕地に放置し置き其の鑄びる状態を研究させる。

- (三) ハンダの製法及びその成分と融解點の比較。

(見、中) 1. 試験管の中に錫二、鉛一の割合で入れて熔かし振つてよく融合させこれを靜かに木片上に取り出す。この物と成分たる錫・鉛の融解點を(一)の方法により比較して合金の一特性たる融解點低下の現象を観せる。

2. 1によつて作つたハンダを使つて種々の金屬を接合して見る。なほアルミニウムはこの方法によつて接合出来ないことを見出せば面白い。



(圖六十七第)

錫、鉛、亞  
鉛、アルミ  
ニウムの  
融點の比較  
四金屬の鑄

## 第十三 銅

(國定理科書 第四十三課書)

- 一、實驗事項。1. 黃銅鑛の燃焼及び銅の檢出。

- 2. 熱の良導性の實驗。
- 3. 銅の鑄。
- 4. 融解點。

二、實驗方法。

(一) 黃銅鑄の燃焼及び銅の檢出。

黃銅鑄の燃焼及び銅の檢出

(見、中) 黃銅鑄の粉末を蒸發皿に入れて熱し、その燃える時出す亞硫酸ガスの惡臭を嗅がせる。次に燃焼後皿の中に残つた酸化物を硝酸に溶し、その液を白金線に着けて焰色反應を見れば銅特有の青色の焰を發する。なほこの時豫め銅を硝酸に溶した物についてその焰色を檢べて置くといふ。

(二) 熱の良導性の實驗。

(見、中) 同じ太さの鐵と銅の棒の一端を熱して等距離にある手が熱さを感じる遲速を檢べさせる。

銅が熱の良導體であることを見る實驗

手の感じが主觀的で面白くないと思ふならば鐵銅の棒何れにも等距離に大豆又は小コルク栓をパラフィンにて附着させて置き、他端を同時に熱するとやゝ正確な所が見られる。

(三) 銅の鑄。

(見、中、前、後)

1. 銅線を酒精燈で熱して色の變化を注意させる。この時先づ赤色の酸化第一銅を生じ、更に熱すると黒色の酸化第二銅に變はるのが見られる。

銅の鑄

なほ熱せられた銅線は著しく軟かくなる。これは銅線を使用する際にも適用する所であるから併せ實驗させる。

2. 四五日前から銅板を濕して置いて綠青の生じたものを觀察させる。更に銅の合金たる真鍮などに、就いても同様の現象が起ることを實驗させる。

(四) 融解點。

(見、中) 以上の實驗の操作中何れかの機會に銅の融解點が前課の金屬より高いことに注意させる。

銅の融解點

第十四 金 銀

(國定理科書 第四十四課)

一、實驗事項。1. 金と銅との比較。

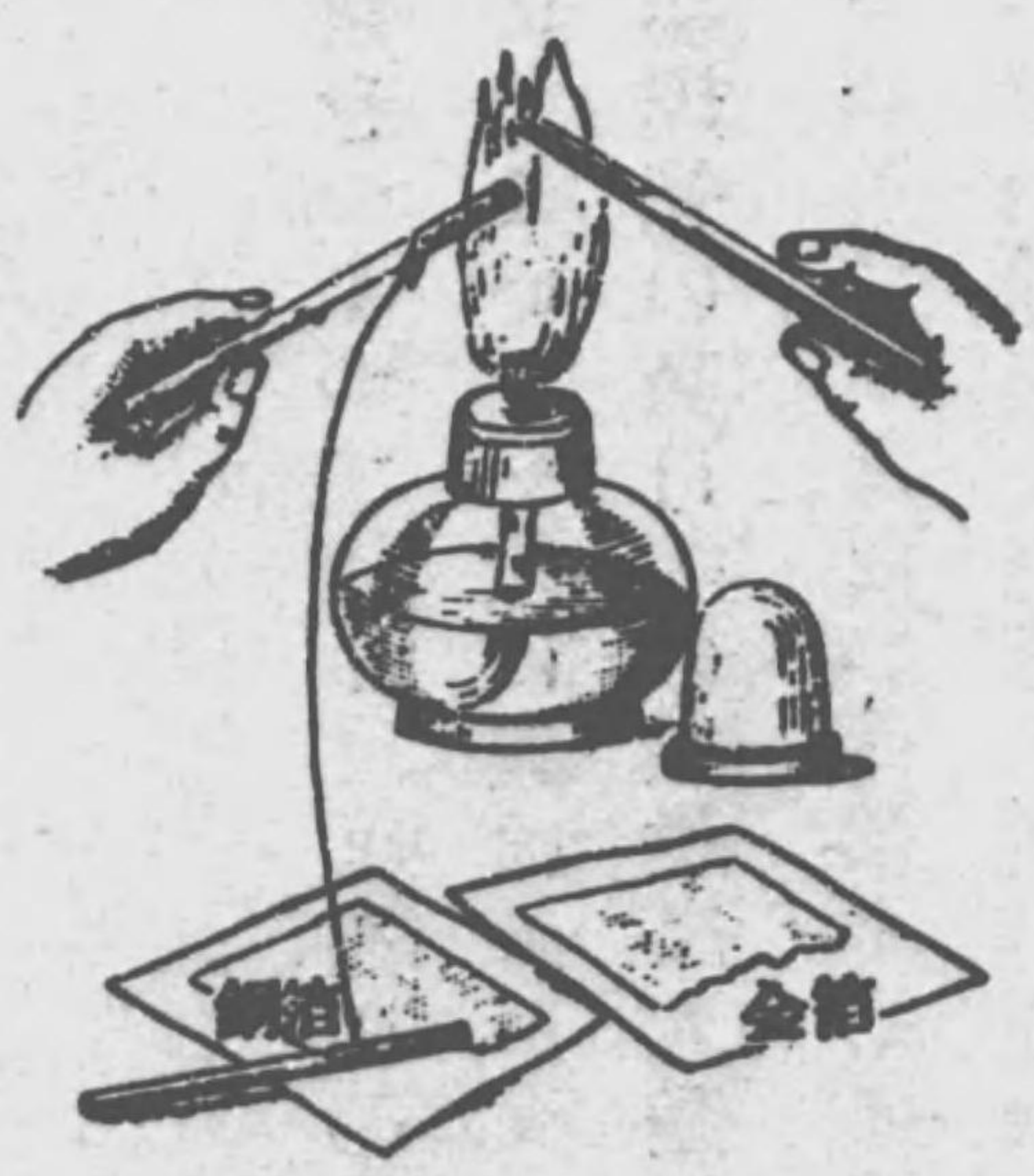
2. 銀の鑄。

二、實驗方法。

(一) 金と銅との性状比較。

(見、中) 金箔と銅箔とを別々に硝子棒に巻きつけて酒精燈の上にかざし同時に熱して見る。金は何等の變化を受けないが、銅は空中の酸素をとり之と化合して酸化銅となるため黒變して來る。硝子棒に巻きつける操作は何でもないやうであるが非常に

金と銅との性状比較  
アブライ  
によらる



(圖七十七第)

必要な事で、箔をピンセットなどで挟んで、此の實驗を行はうとすると、すぐ飛び散つて比較が出来ない。

(二) 鏡の錆。

(教) 銀板の上に硫黄華を乗せて酒精燈で熱し、硫化銀をつくつて見る。又銀製のメタルを硫黄を燃せる上に持ち來して黒變する次第を見せるのもよい。一般に銀は硫黄又は硫黄を含めるものに觸れると黒色の錆を生ずるもので、指環煙管の吸口等の黒變は人體から出る硫黄化合物によるのである。

第十五 重 力

(國定理科書  
第四十五課書)

一、實驗事項。1. 重力の働き。

2. 傾かぬ方向。

3. 鉛直線と水平面。

4. 重心。

二、實驗方法。

(一) 重力の働き。

(見、中) 糸で石又は錘を吊し、手で少しく上方に掲げた後放して落ちる方向をみる。糸の真直に張られることに留意せしめると共に石の落下の方向が重力の方向であることを

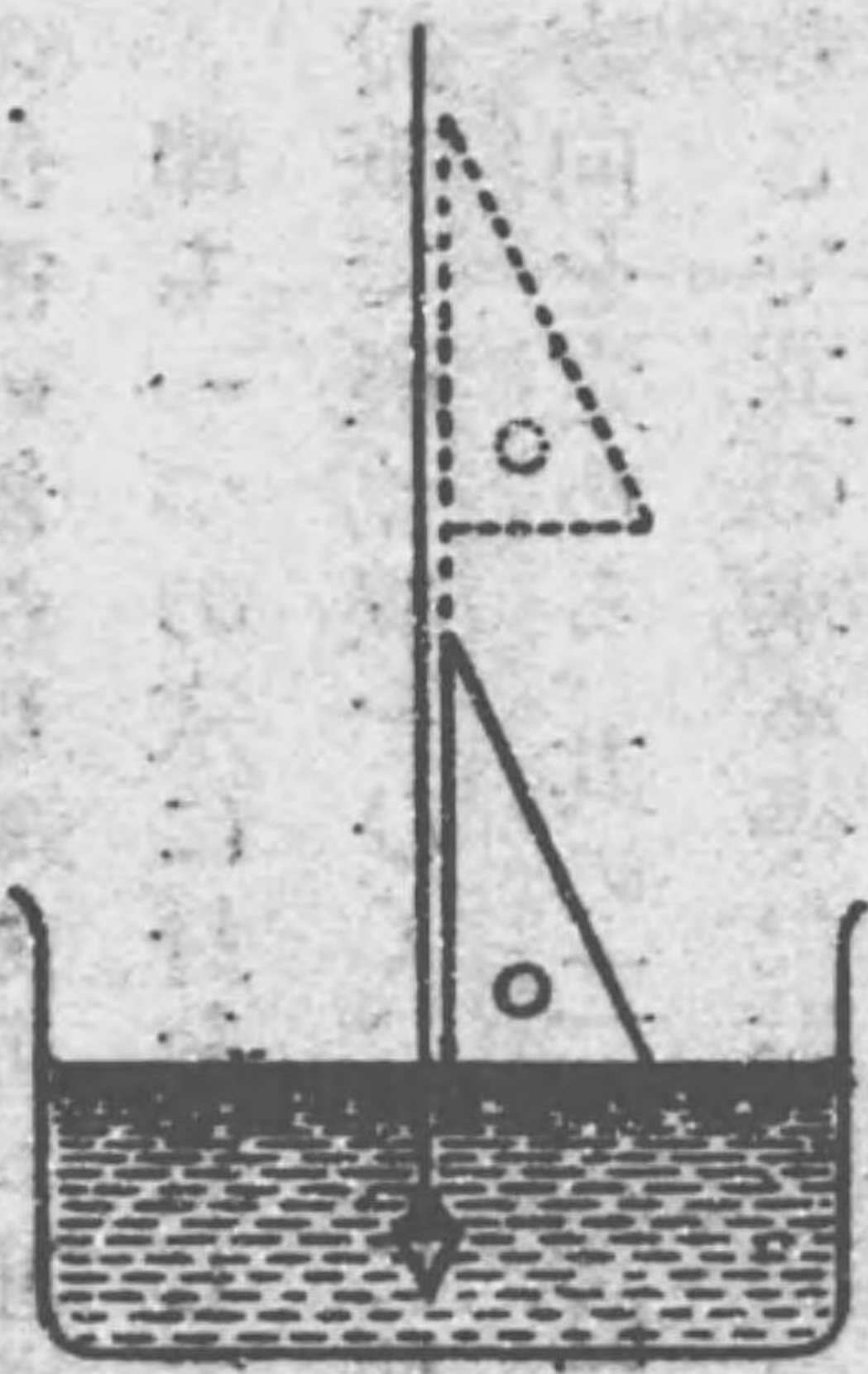


窺はさせる。

(二) 傾かぬ方向。

(見、中) 鏡と定規。糸に錘を附け鏡の上に錘が来る様に之を吊し、上からみて其の糸の方向と鏡の上の影とが一直線に見通され、何れにも傾かざる様に鏡を平置する。此の時は鏡の面は所謂水平となる。今三角定規の直角の一邊を鏡上におき他の一邊を糸の方向に置くとしつかり一致する。即ち水平面に直角な方向、即ち重力の方向が傾かざる方向である。

(三) 鉛直線と水平面。



(圖九十七第)

(見、中) 1. 糸で重錘を吊し水面上にさげる。直角

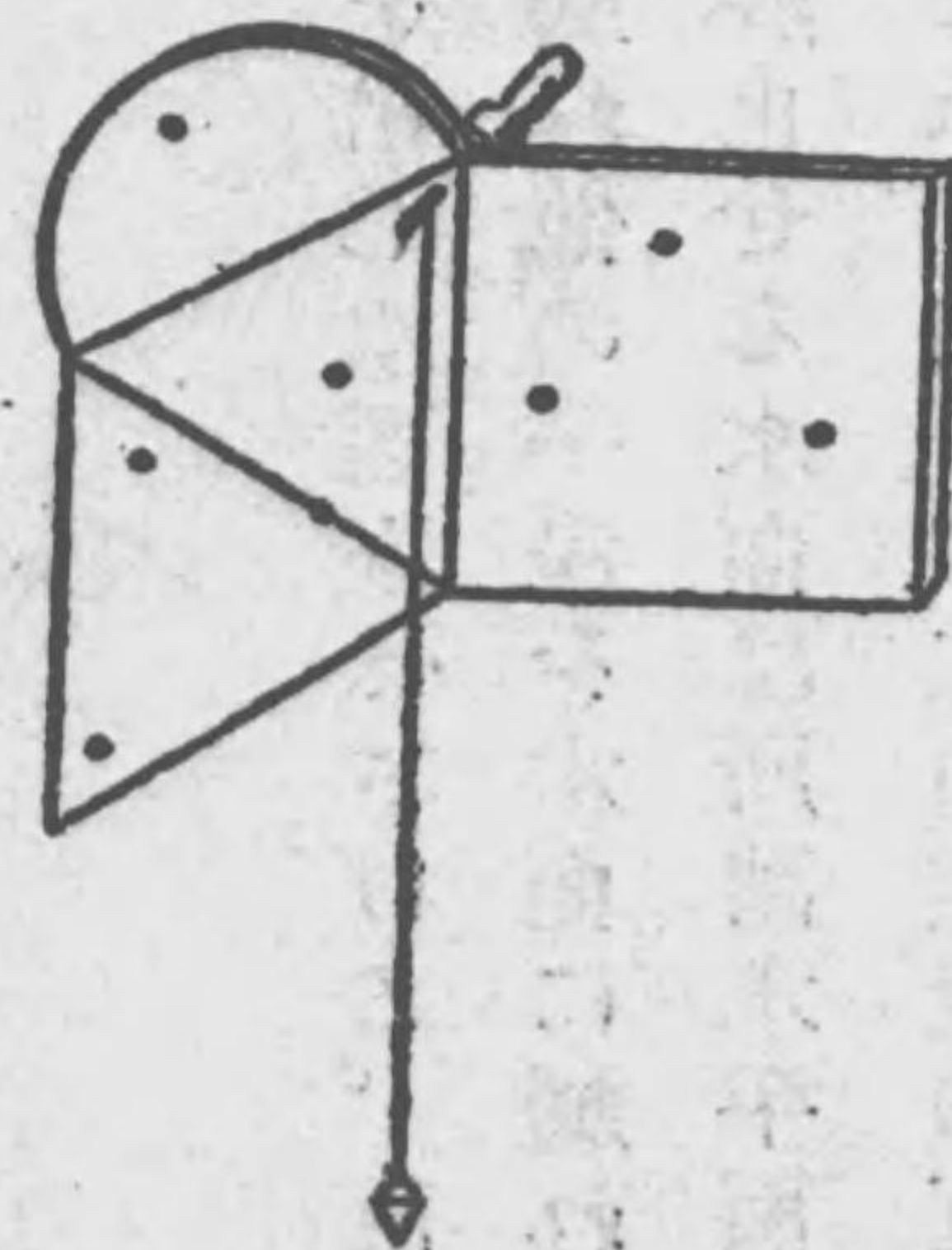
三角形の直角の一邊を糸に觸れ他の一邊を水面に觸れてみるとよく一致する。即ち静止せる水面は所謂水平面をなすのである。第七十九圖に示す如く、三角定規の直角を挟む一邊を錘を吊せる糸と同方向をとらしめて置いて、その邊を其の糸に沿うて順次に下方に下げしめると他の邊が同時に水面に到達する様になる。これが此の實驗の正確な一般的方法である。

(四) 重心。

(見、中) 物體を一點で支へてその重心の取る位置を發見せしめる。

厚さが一樣で等質である圓板の中心其他に數個の小孔をあけたものを使用する。今細い針を圓板の中心に通して、圓板を廻してみると何れの所でも靜止する。他の孔について實驗してみると、常に中央の孔が針を通した孔の眞下に來て靜止する。今針に絲を結びつけ之に錘を吊すときは、絲は常に重心の所を通することがわかる。之を利用すると重心の位置の知れないもの、重心を求め得られるのである。

即ち一つの穴に針を通して錘を附けた絲の方向を定め、鉛筆で軽く線をひく。次に他の穴に針を通して同様に絲の方向を定める。其の二つの直線の交點を求めて重心とする。そこで其の求め得た點が其の物體の正しい重心であるかどうかを吟味するため其の點で支へて見る。第八十圖に示せる如き板は、意外な處に重心があるので、豫想が着かないから正しい重心を探り得た場合には兒童は非常に興味づけられる様に思はれる。



(圖十八第)

(兒、後) 家庭で種々な物體の重心を求めさせて見る。

### 第十六 挺子

(國定理科書 第四十六課書)

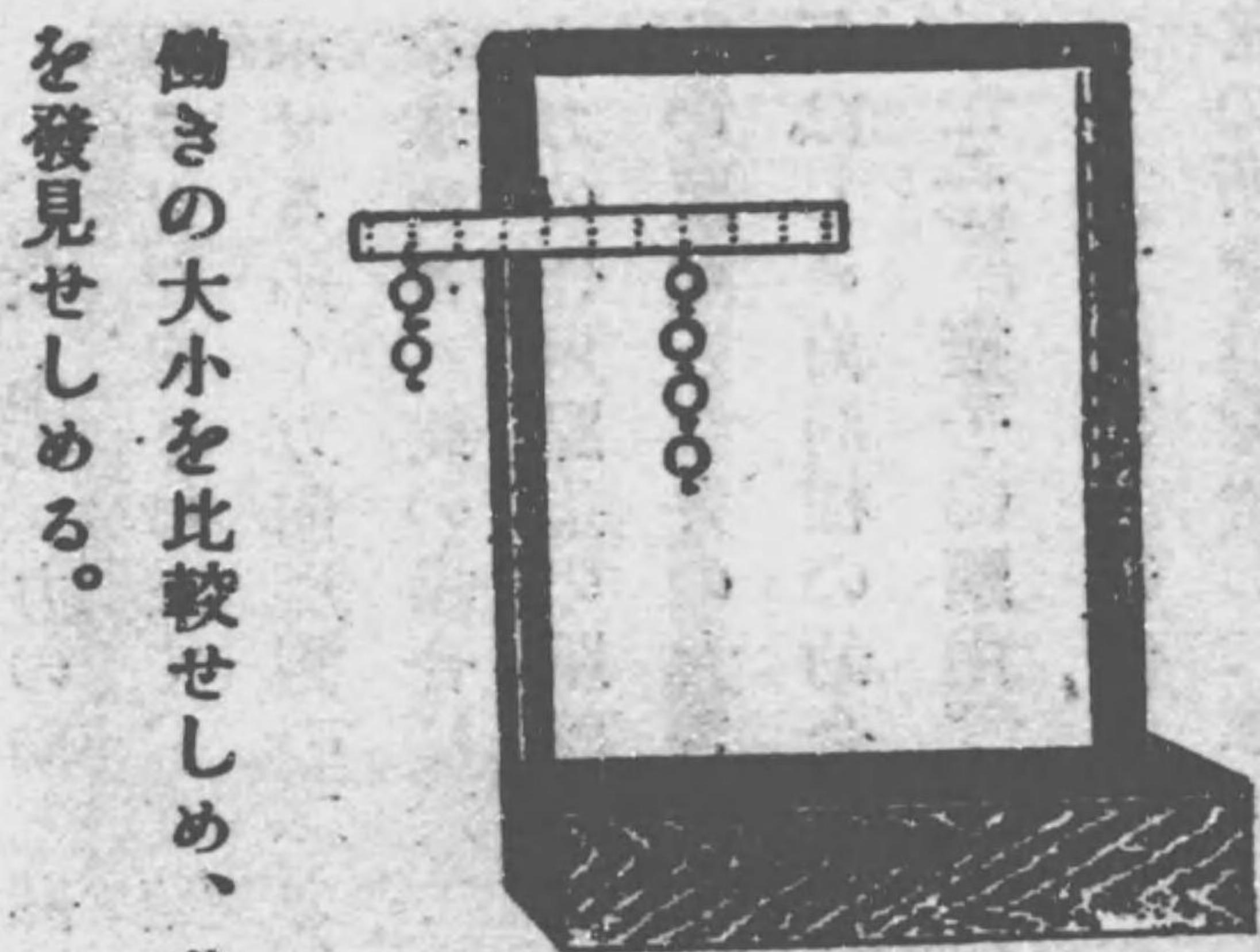
- 一、實驗事項。1. 支點の兩側に二力の働く挺子。
- 2. 二力が支點の同じ側に働く挺子。

#### 3. 挺子の應用。

#### 二、實驗方法。

(一) 支點の兩側に二力の働く挺子。

(兒、中)



(圖一十八第)

働きの大小を比較せしめ、其の支點よりの距離が大となるにつれて其の働きの増大する次第を見せしめる。

3. 挺子の釣合。以上の實驗の結果より支點の左右に同数の鉛球(即ち同量)を適用する場合の釣合條件並に異数の鉛球(即ち異重)を吊す場合の釣合の條件を豫想せしめ且之を實驗せしめる。最後に支點よりの距離と、其の支點にかゝる重さとの數の乗積が此の働

支點の兩側に二力の働く挺子

挺子の釣合

支點の同じ側  
に二力とも働く挺子

挺子の應用

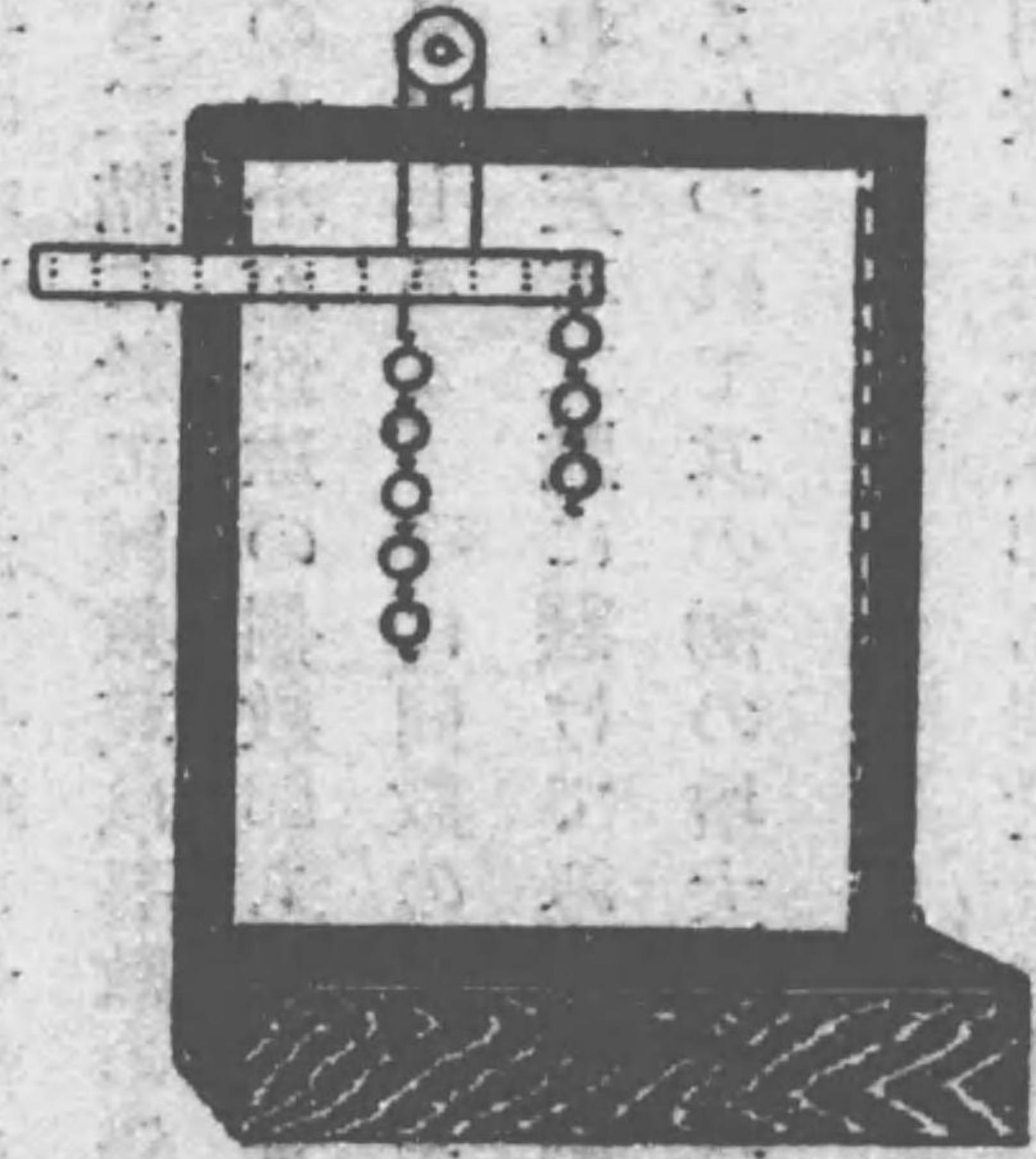
きを示す大きさを表はすものとなること及び其の大きさが支點の左右に於て相等しいときに釣合が成立する事に歸着せしめる。

(二) 二力が支點の同じ側に働く挺子。

(見、中) 力の向と挺子の釣合。中心を支えて平均させた挺子に於て、支點の同じ側に、第八十二圖に示せる如く方向反對の二力を作用せしめて、其の釣合を求め。此の場合に於ても矢張り中心軸或は支點から力の作用點迄の距離と、力の大きさが關係して来る。此の距離と、力の大きさを種々に變じて色々の實驗を行はしめ前同様の釣合の條件に歸着せしめる。

(三) 挺子の應用。

(見、後) 挺子と同理の日常器具や事項に就いて其の作用を調べしめる。挺子ほど日常の所作に關聯した應用の多いものは他にない。兒童一日の起居動作を精査してみると其の一舉一動何れも全般的か或は部分的かに必ずこの應用と認め可き要素を含むでをる。ペン、筆、鉛筆の運用より、小刀の使用、ドアの開閉に至る迄、一つとしてこの要素を含まぬものはない。中には直接挺子の應用として兒童に認めしめ難いものもあるが、それらの若干を除いても、猶あり餘る程の材料が各所に横はつてをる。



(圖二十八第)

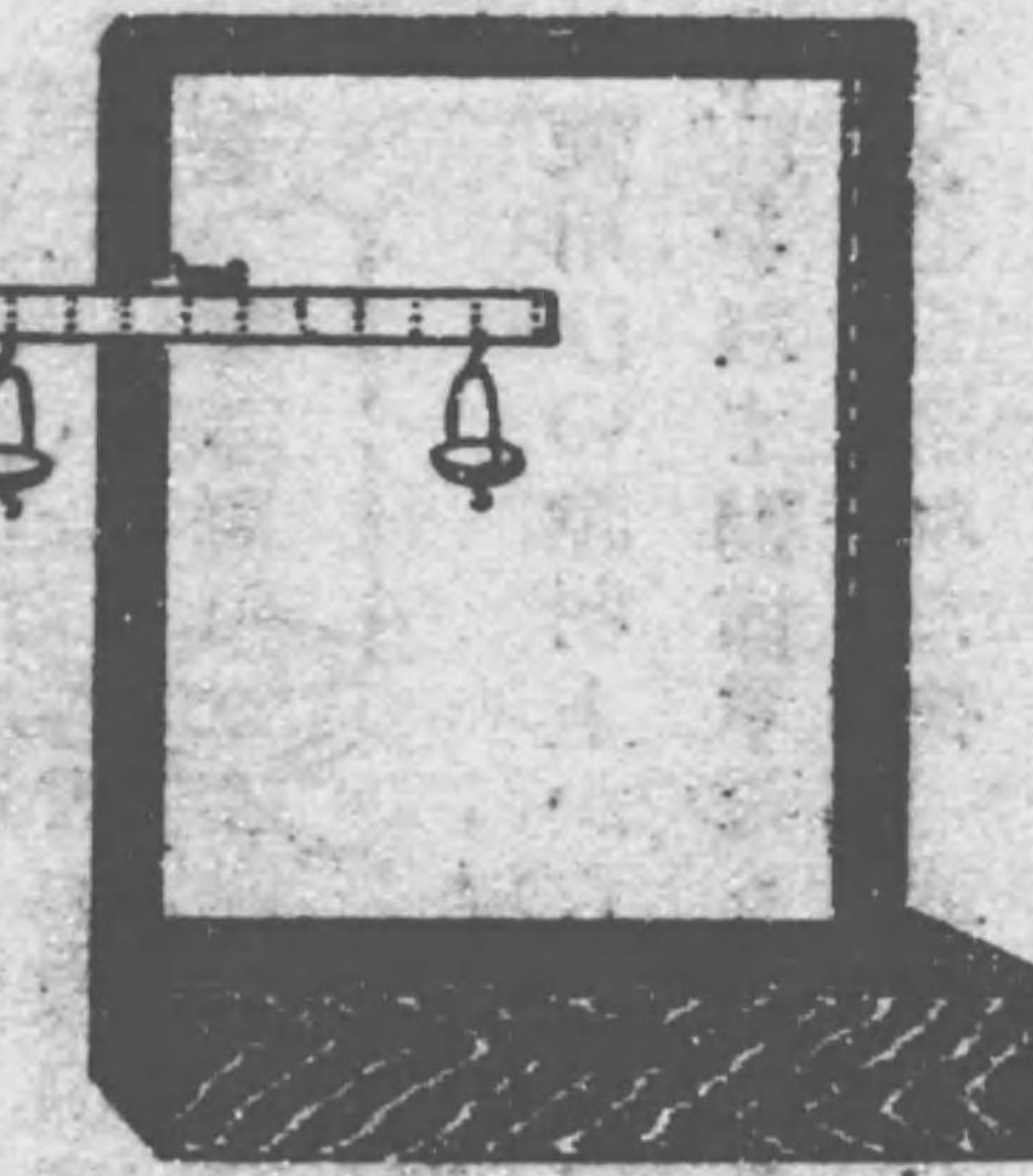
### 第十七 秤

(國定理科書  
第四十七課)

- 一、實驗事項。1. 天秤使用法。
- 2. 桿秤の使用法。

#### 一、實驗方法。

##### (一) 天秤の使用法。



(圖三十八第)

(見、中) 又は(見、後) 簡単な天秤を組立てしめて使はせて見る。第八十三圖に示すやうに、その中央を支へた一つの挺子の兩端に等大等重の秤皿を懸けると、相當に敏感な天秤が得られる。その左の皿に物體、右の皿に分銅代用の鉛錘を入れて實驗せしめると、比較的有効な實驗が試みられる。

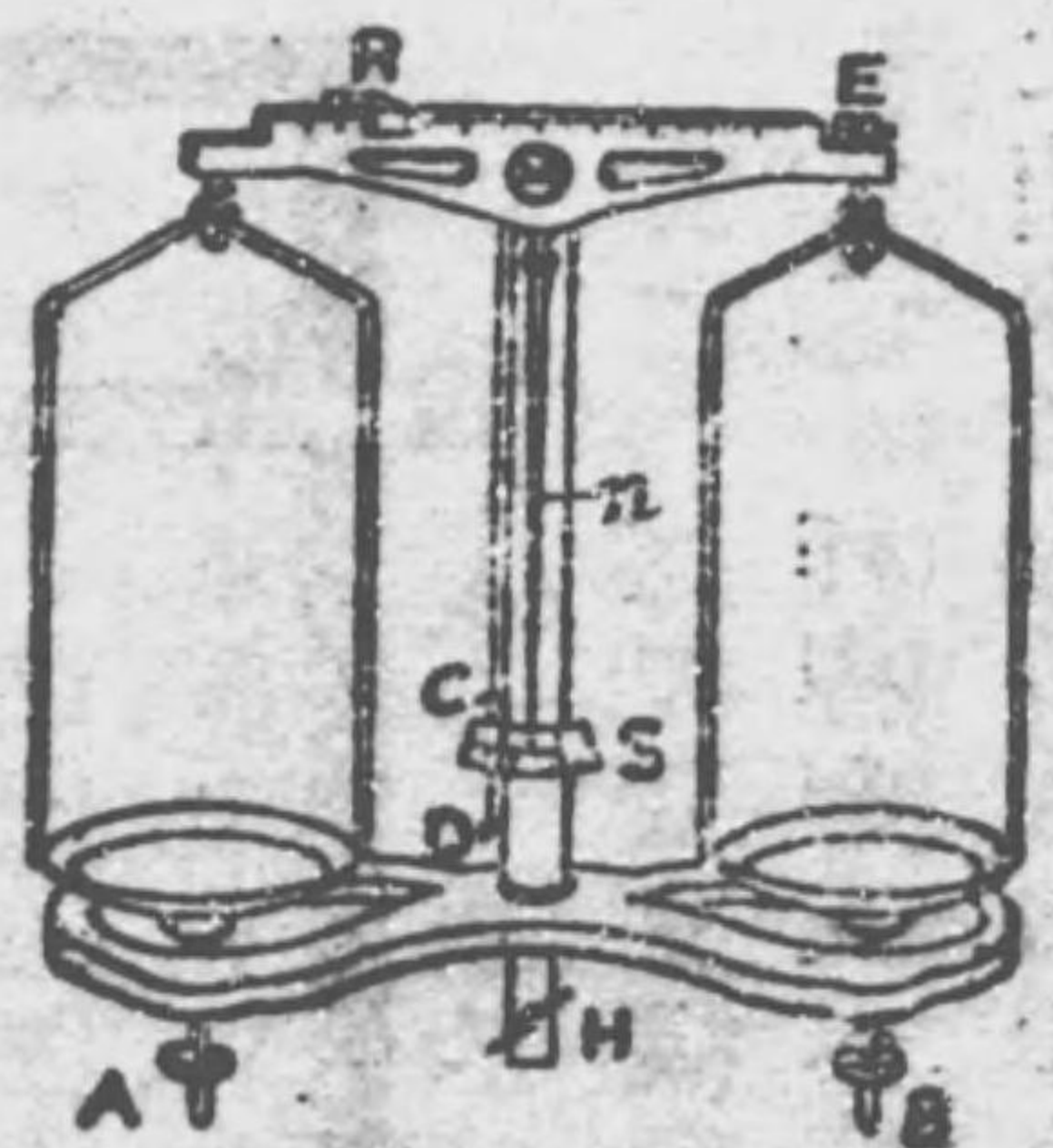
此の組立は前出の炭酸ガスの重きこと、並に水素の輕き事をみる實驗にも利用し得られる。又後に出るアルキメデスの原理を示す實驗にも差支なく用ひられる。

##### (教) 天秤の各部の働と其の使用法。

(一) 秤桿を支へてをる點は刀先といつて細い尖つた鋼鐵でつくり、秤を鋭敏にする様に出來てをるものであるから、強い動搖は禁物である。故に使用時以外には抑(H)を元に

簡単な天秤  
の組立及使  
用法

天秤使用法



(圖四十八第)

返して其の動搖を止めて置き、使用の時にのみ之を右轉して、其の目的を達する様にせねばならぬ。

(2) 物の目方を秤る時には、必ず左皿に其の物を乗せ、右皿に分銅を置くが定法である。

(3) 理論上からいふと、零點が指針の對立板に刻度せる目盛(S)の中心に在ることを必要とする譯ではないが、實驗上殊

に使用法の説明上からは其の中心に來ることが便利であるから、秤桿の右端の調節ネジ(E)を以て調節すべきである。

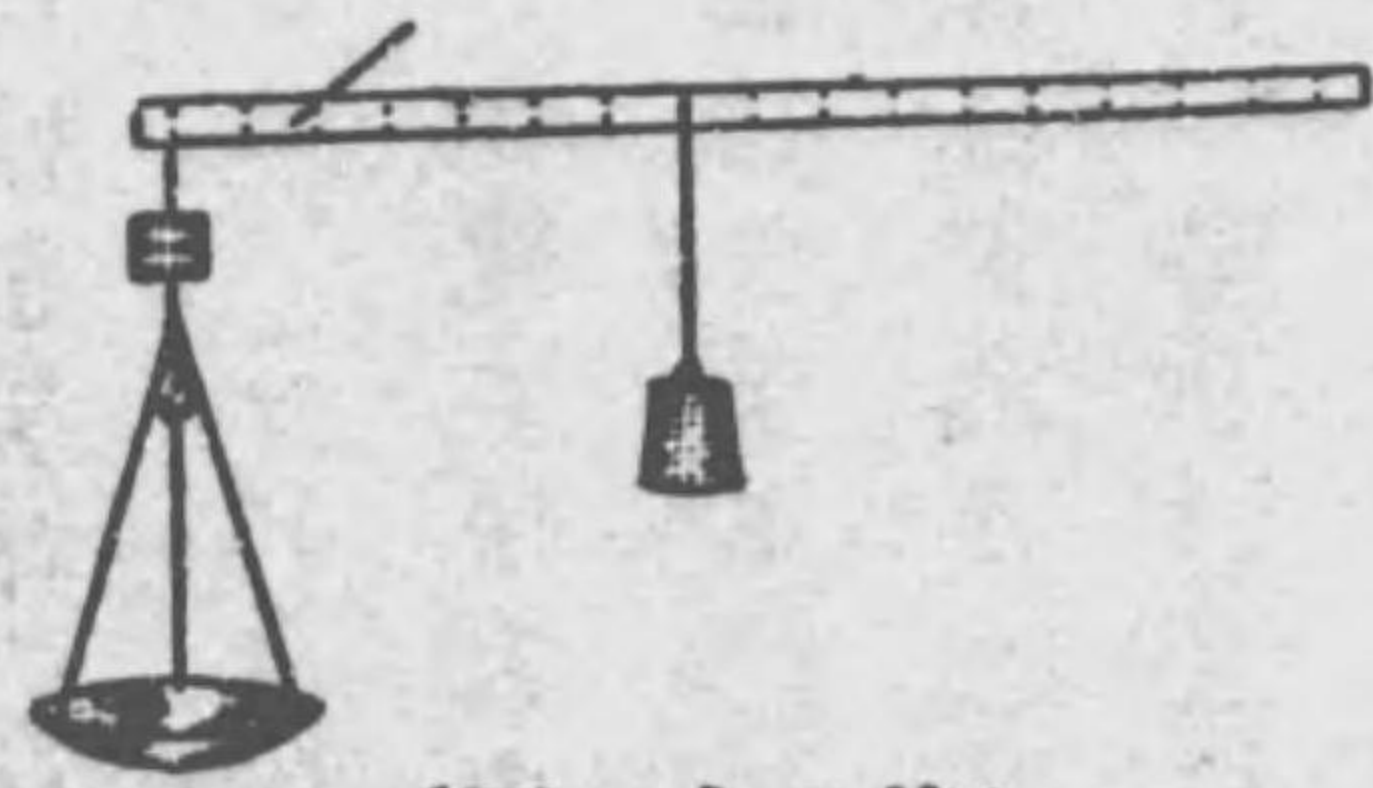
(4) 濡れた物、或は皿を汚損する様なものは直接皿に載せず、秤量済の容器を用ひてせねばならぬ。分銅も直接手で扱ふことをさけ、ピンセットによらねばならぬ。

(5) 秤量を終れば分銅を箱に收め、ライダー(R)付のものならば、それを目盛の零點の位置に返して置かねばならぬ。

(二) 桿秤の用法。

(見、中) 1. 桿秤を用ひて零點の検査をなさしめる。始めに皿に何ものせないで手で裏緒を持ち錘を動かして釣合せて見る。其の時錘のある位置が目盛の出發點即ち零點である。

次は裏緒の極量に當る目方のものを載せて丁度釣合はせ置き、元緒と



(圖五十八第)

桿秤の零點の検査

桿秤の目盛の検査

取換えて下げ釣合せて見る。其時錘の位置がどこにあるかを調べ、元緒の目盛を裏緒の極量のものと比較して見る。

2. 桿秤の零點と極量點との間の目盛は、其の間を等分して定めたものであることに注意せしめ、之を尺度で測らせて見る。元來、此の實驗に於ては、目盛をほどこしてない桿秤を兒童に與えて零點を定めしめ、又既知の目方の物體を貸與して其の他の目盛をも定めしめる様に仕向けねばならぬのである。斯くすると最も徹底的に此の關係を、認めさすことが出来る。

(見、後) 1. 自宅用の桿秤について零點の検査をなさしめ、又教科書、學用品、其の他を實際に秤量せしめる。

2. 棒と紐と厚紙とで簡易な桿秤をつくらしめて、目盛の記入をなさしめる。

第十八 慣性

(國定理科書 第四十八課)

一、實驗事項。1. 靜止の有様を続けんとする慣性。

2. 運動の有様を続けんとする慣性。

二、實驗方法。

(一) 靜止の有様を続けんとする慣性。

(見、前) 電車又は汽車に乗つて居て、急に動き出す時に身體の上部はまだ元の場所

靜慣性の實驗



に止まらうとするのに、下肢の方だけ動き出すから後に倒れる。(又急にとまる時は、上部は今迄通り運動をつゞけやうとするのに、下肢の方がとまるから前の方に倒れやうとする。)此の事を経験せしめる。

(見、中) 1. 球の直下の板を去る実験。第八十六圖の如き装置に於て球柄弾器を引き出し懸けた後、その球柄を下に押すと、懸金がはづれて、球の乗つて居る板を急に弾き飛ばすので板箱は前方に移動するが、球のみは其の場に止つて静止の状態を續ける慣性を示す。

2. 紙の上に消しゴムを置いて、紙を急に引張つてみても此の關係を試すことが出来る。

(二) 運動の有様を續けんとする慣性。これにも種々なものがあるが、前実験を反對にして行ふのが最も効果があるやうに思はれる。

(見、中) 第八十七圖に示せる装置に於て球を乗せた板箱を前実験と反對に向け、球柄弾器で急に弾いて速かに運動せしめ、その運動しつつあるものを途中の少しく高まつた部分で板箱のみを急に止める仕組にする時は、箱は動慣性で依然として其の運動状態を續けるやうになる。

(見、後) 日常事項で慣性に關するものを研究さす。

1. 器物を柄に絞める時其の柄の尻を叩くこと。

動慣性の實

験に利用できる日常事項

2. 小石を支へることの出来る糸で石を吊し置き急に之を引き上げると其の糸が切れること。

3. 塵を拂ふために衣服を揮ふこと。

4. 煙管を叩いて吸殻を落すこと。

5. 屋根より轉り落ちる石が軒の直下に落ちず、屋根の傾斜に添へる方向に飛ぶこと。

6. 尻送の上ること。

7. 杖を揺つて果實を落すこと。

8. 水を充した皿を引くとき反對の側に水の溢れること。

9. 溝を飛び越さんとするとき運方より走ること。

10. 坂を走り下るとき急に止まれないこと。

第十九章 摩 擦

(國定理科書 第四十九課)

一、實驗事項。1. 摩擦の生ずること。

2. 面の粗滑と摩擦の大きさ。

3. 摩擦を避ける方法。

二、實驗方法。



(圖七十八第)



(圖六十八第)

摩擦の出来  
ることを試  
す実験

面の状態と  
摩擦との関  
係

摩擦減少法

廻轉摩擦と  
滑り摩擦と  
の比

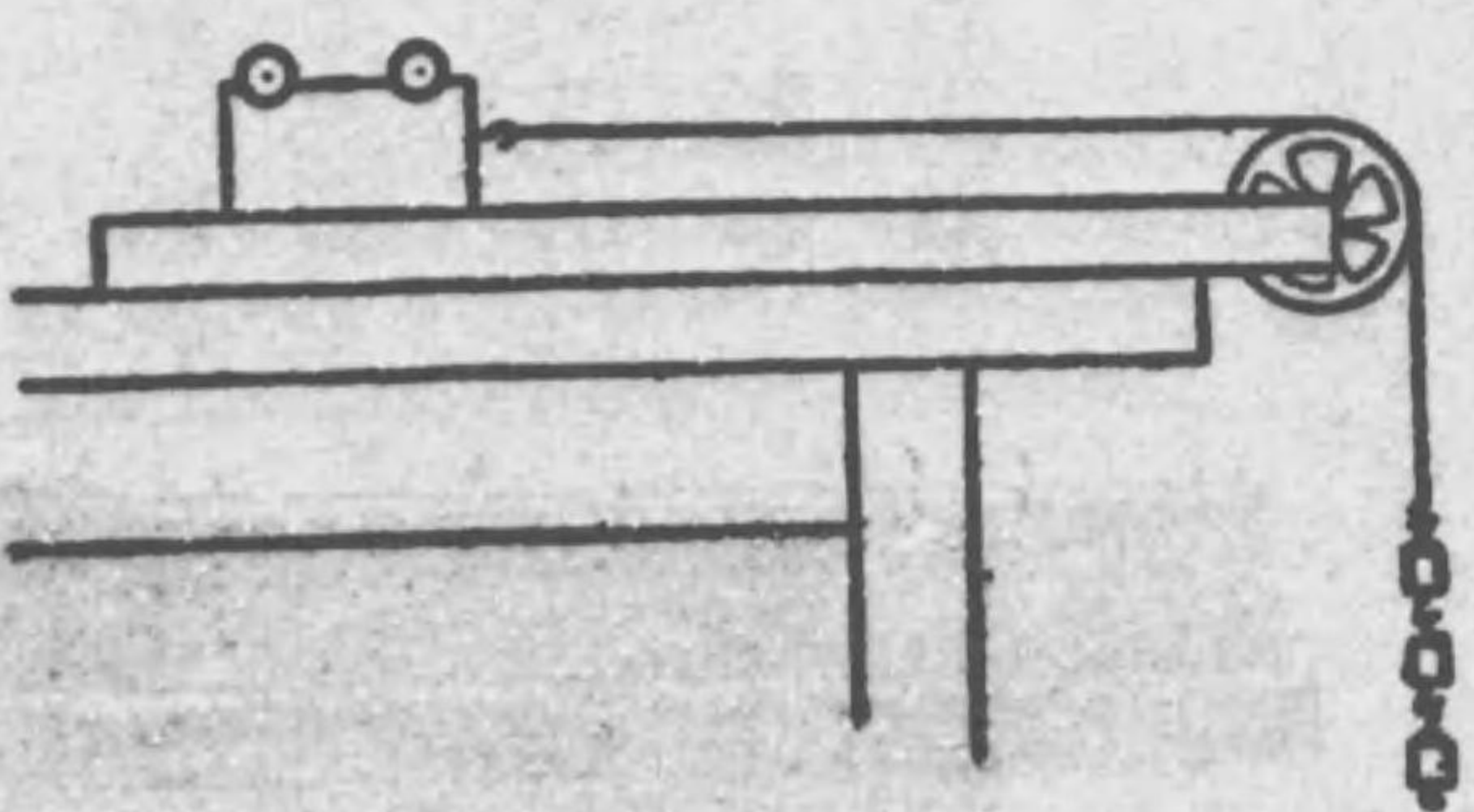
摩擦による  
減摩法の實  
験

滑劑の實驗

(一) 摩擦の生ずるい。

(見、中) 1. 水平面上の摩擦。水平面上で板を動かすに或る程  
度まで力を加へないと動かない。又動き出しても直ぐに止まる。

2. 第八十八圖に示す如く、一個の着陸自在なる滑車を箱蓋の一  
端又は板の一方に取附ける。次に其の板上に逆にして置いた箱車に  
一本の糸を結び附け其の糸を此の滑車に懸けて垂下し、それに次第  
に増加する様に鉛球を吊して見る。鉛球が一定の重さになるまでは  
此の箱車は動かない。これ此の板と箱車との接觸面に生ずる摩擦が、  
ある程度まで其の運動を邪魔するためである。



(圖八十八第)

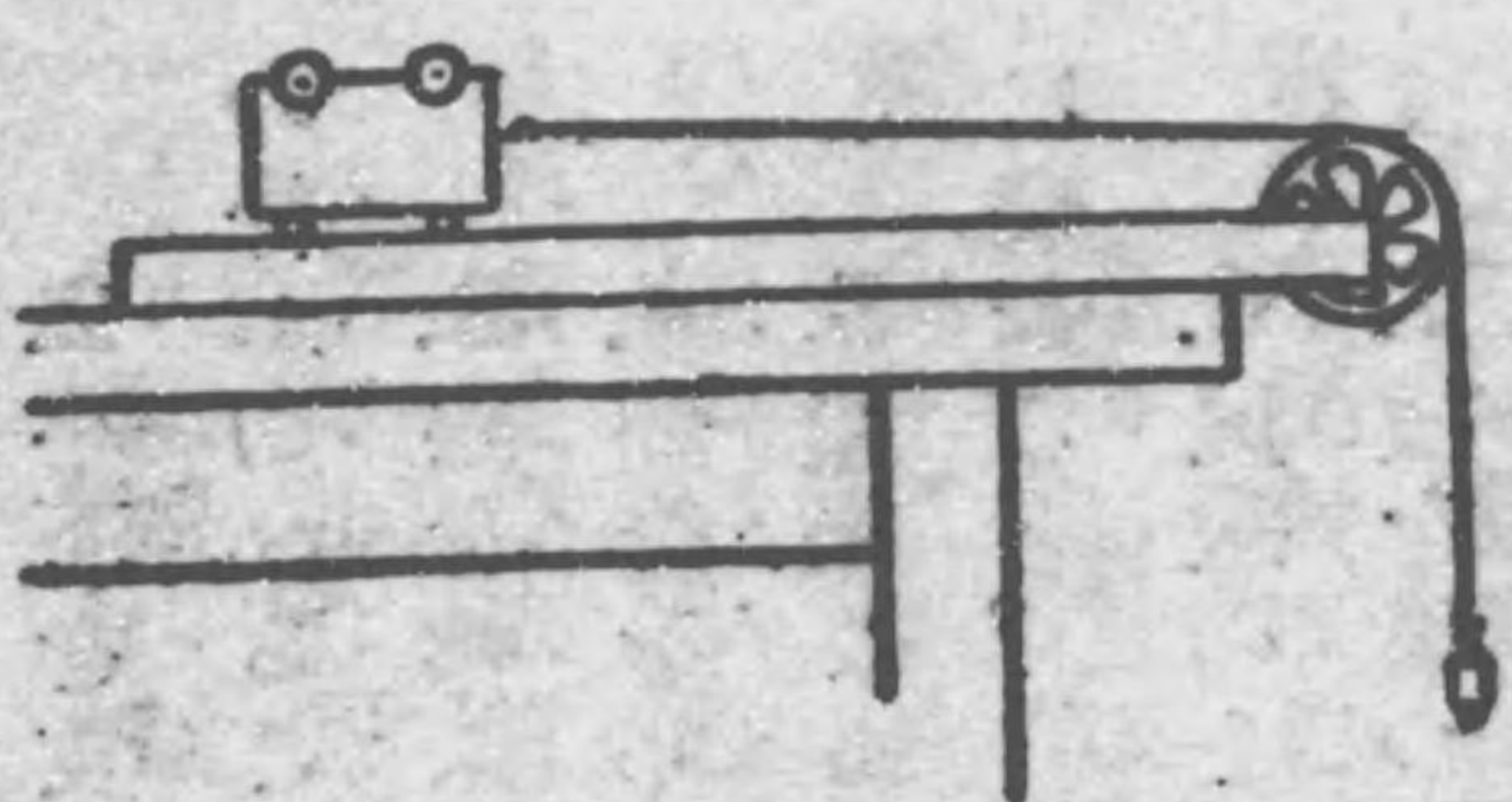
(二) 面の粗滑と摩擦の大きさ。

(見、中) 下の板を擦硝子板とか、硝子板とか、木質粗面板と  
かに取換へて右の實驗を行つて見る。而して面の粗滑により摩擦の  
異なる次第を窺はさせる。

(三) 摩擦を避ける方法。

(見、中) 1. 滑りの摩擦を廻轉摩擦にかへること。

箱車の滑車の方を下にして右の實驗を同じやうに行つて見るに、  
(第八十九圖)右の場合よりも僅かな力で動き出すことが窺はれる。



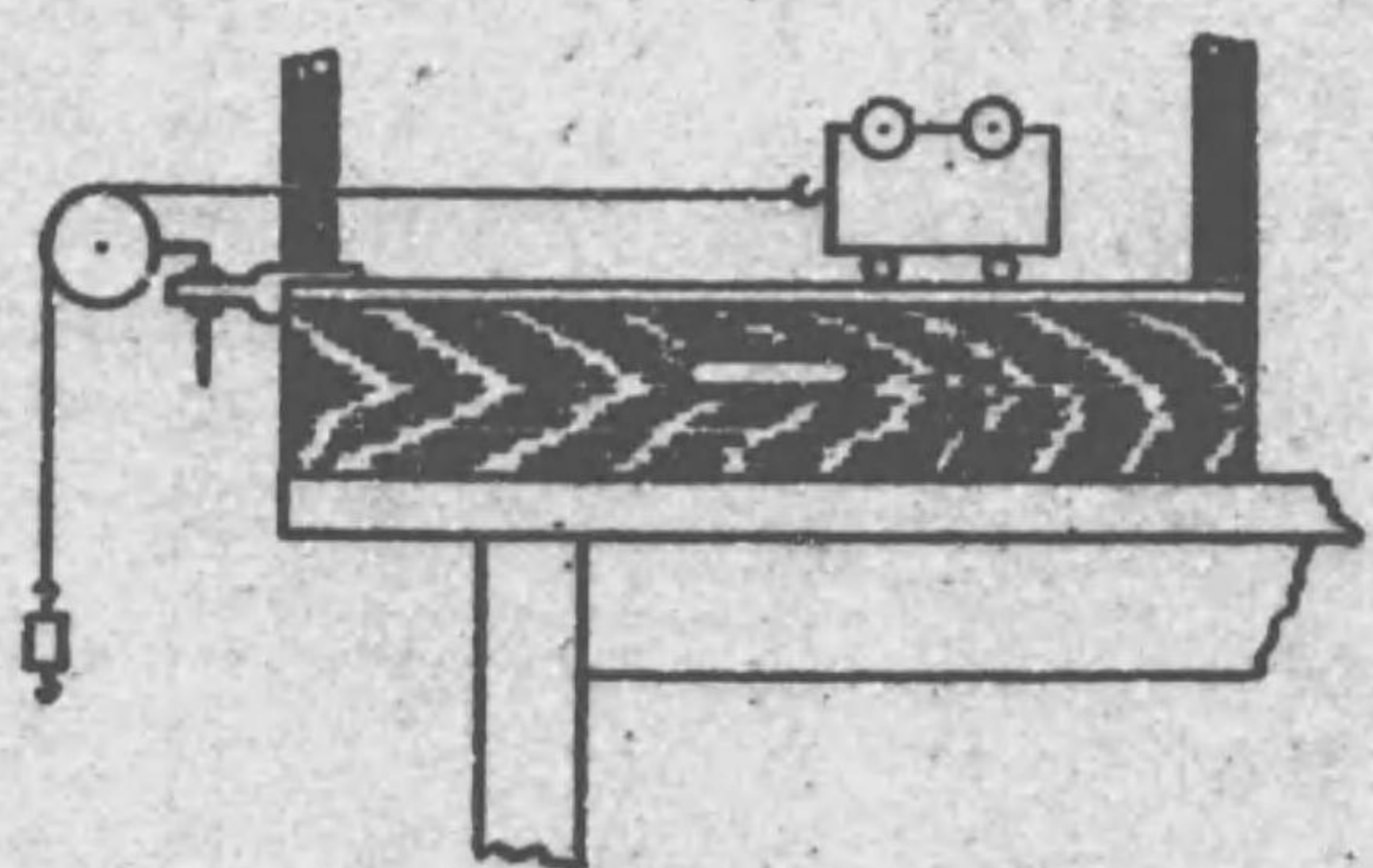
(圖九十八第)

つまり摩擦の減少に原因する。一般に廻轉の摩擦は滑りの摩擦に比べて其の率が甚だ小さ  
いもので他の關係事項が同一であるならば此の二つの比は將に一と一〇〇〇との割合を示  
すのである。  
而し以上の實驗では、單に廻轉摩擦が極めて小さいといふことだけか認めることが出来  
ない。

2. 同じ理由であるが實際日常行はれてをる方法に眞似て細い  
丸木を箱の下に入れて動かしてみるのも亦面白い。

此の場合に於ても滑りの時よりは餘程僅少の力で動かすことが  
出来る。(第九十圖)

(數) 球軸の實驗。普通の車軸と軸受との間の摩擦は滑りの  
方に屬するものであるが、之を廻轉の摩擦に變ずるために軸の間  
に小球(鋼製)を入れる方法がある。例へば自轉車ベダルに於て  
見る様なものである。此の所を實物に就いて兒童に知らせる。



(圖十九第)

(見、後) 1. 戸障子の間に油をぬり滑りよくすることを實驗さす。

2. 石墨を塗つて摩擦をふせぐ實驗。

以上の如き目的に使用する場合には油又は石墨を減摩劑或は滑劑と呼んでをる。

## 第二十 振り子と時計 (國定理科書 第五十課)

### 一、實驗事項。1. 振り子の等時性。

2. 振り子の長さで一往復の時間。

3. 振り子時計。

4. テンブ。

### 二、實驗方法。

#### (一) 等時性。

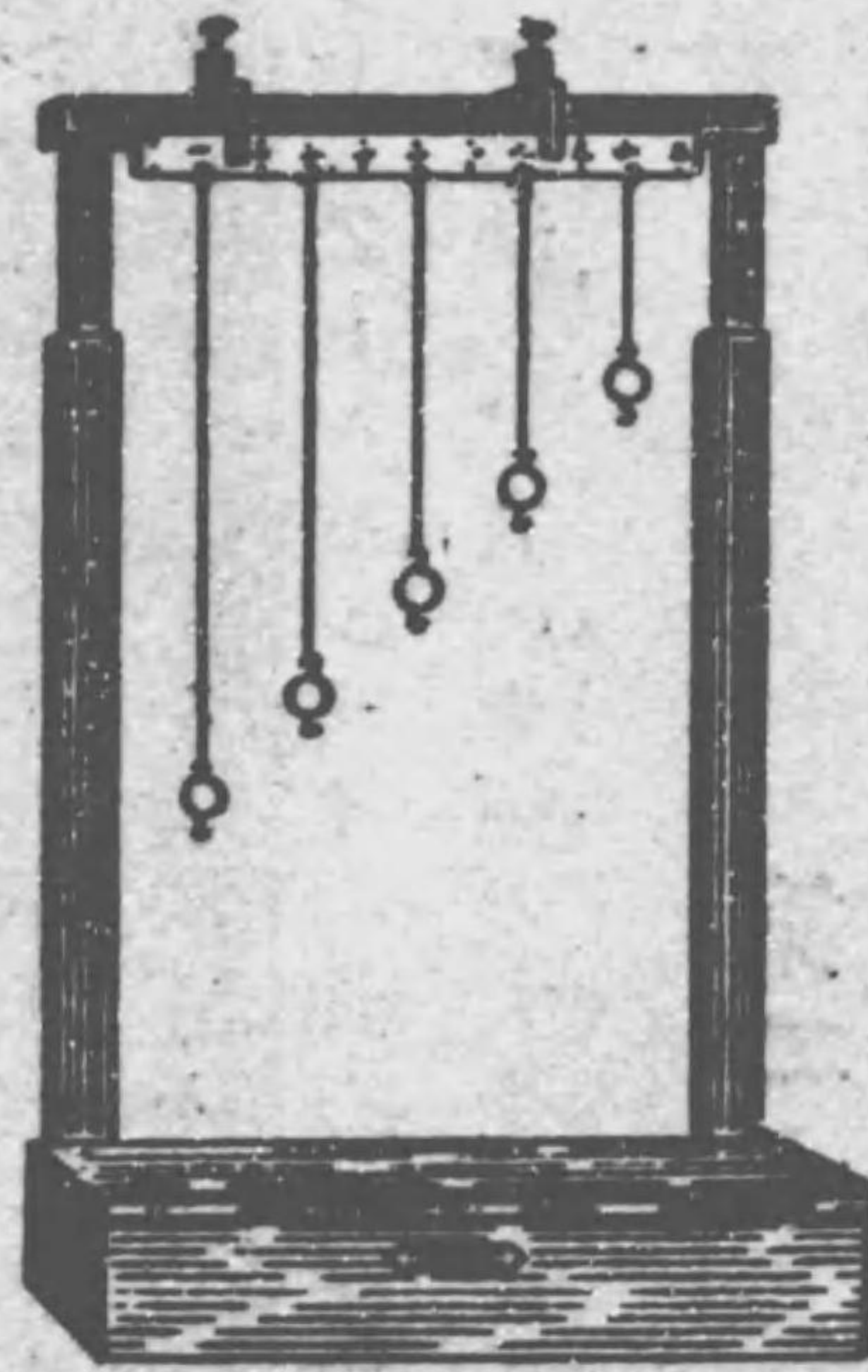
(見、中) 同じ長さの糸に一は木球又はコルク、一は鉛球、又は小石を結びつけて、之を振らせてみると、全く同じ時間に一振動することがわかる。要するに振り子の長ささへ等しいならば、下に吊す物体は何であつても週期は不變である。(時計の振り子には大小種々なものがあるが、其の一往復の時間は只其の長さのみ關係するのである。)

(教) 1. メトロノームを動かして共同的に振り子の週期の一定であることを實驗する。

2. 靜かに振るも、強く振るも、振り子の週期に變りのないことを前實驗と同様にメトロノームに合せて、共同的に實驗する。此の場合には振り子はなるべく長いものを用ふるのがよい。天井が低ければ二階の上とか屋根の端とかから吊し下げて試むのもよい。

#### (二) 振り子の長さの一往復の時間。

振り子の等時性實驗



(圖一十九第)

(見、中) 長短種々なる振り子を用ひて試みる。第九十一圖に示す如き長短種々なる振り子を垂下せる木框を、前後に動かして、凡ての振り子に同様なる初振を與へ、長い振り子と短い振り子との一振動即ち一往復時間を比較してみる。

(附) 一定時間内に於ける振り子の振動数は、その長さの平方根に逆比例するものであるから、長さの長さが四分の一になると其の振動数は二倍になり、従つて週期即ち一往復の時間は二分の一になるわけである。

#### (三) 振り子時計。

(教) 八神式振り子時計で要部の個別實驗を行ふて兒童に各部分の作用を見せる。八神式の振り子時計は教授用時計といふてをるが、その要部の個別實驗を行ふには非常に好都合に出来てをる。それに二十五種の長さの振り子をかけて置くと正しい普通の柱時計と全く同様の働きをする。

(イ) 振り子の長さを變じて週期の長短をためす。長短中の三振り子を交互にアンクルの下に垂下してをる鈎にかけて振動せしめ刻音又は下方のテンブ時計と引合せつ、週期の長短を測る。

(ロ) ゼンマイの作用を見る。此の時計に附屬せる長柄の止め金はゼンマイの巻軸を

振り子時計に於ける要部の作用の個別實驗

抑え、捲き戻りを中止せしめつゝ、アングルを取りのけることが出来る。かくしてアングルを取り去り、少しづつ、止め金の抑をゆるめてゼンマイの作用、並に數個の齒輪の助けでアングルの噛み合ふ齒輪に迄其の作用の及ぶ關係を實驗する。

(ハ) 齒輪の等時的廻轉作用をためす。(ロ)の場合に於て抑を止めたまゝ、アングルを歇め、抑を取除いて振子を懸垂し、それを振らして見る。こゝにゼンマイの作用の傳はる最後の齒輪は、それを制禦してをるアングルが、振子の振動に應じて一齒一齒その制禦を解くことにより、等時性の廻轉を繼續する様になることが見られる。此の實驗は普通の時計用振子で充分に行へる。

(四) テンプ。

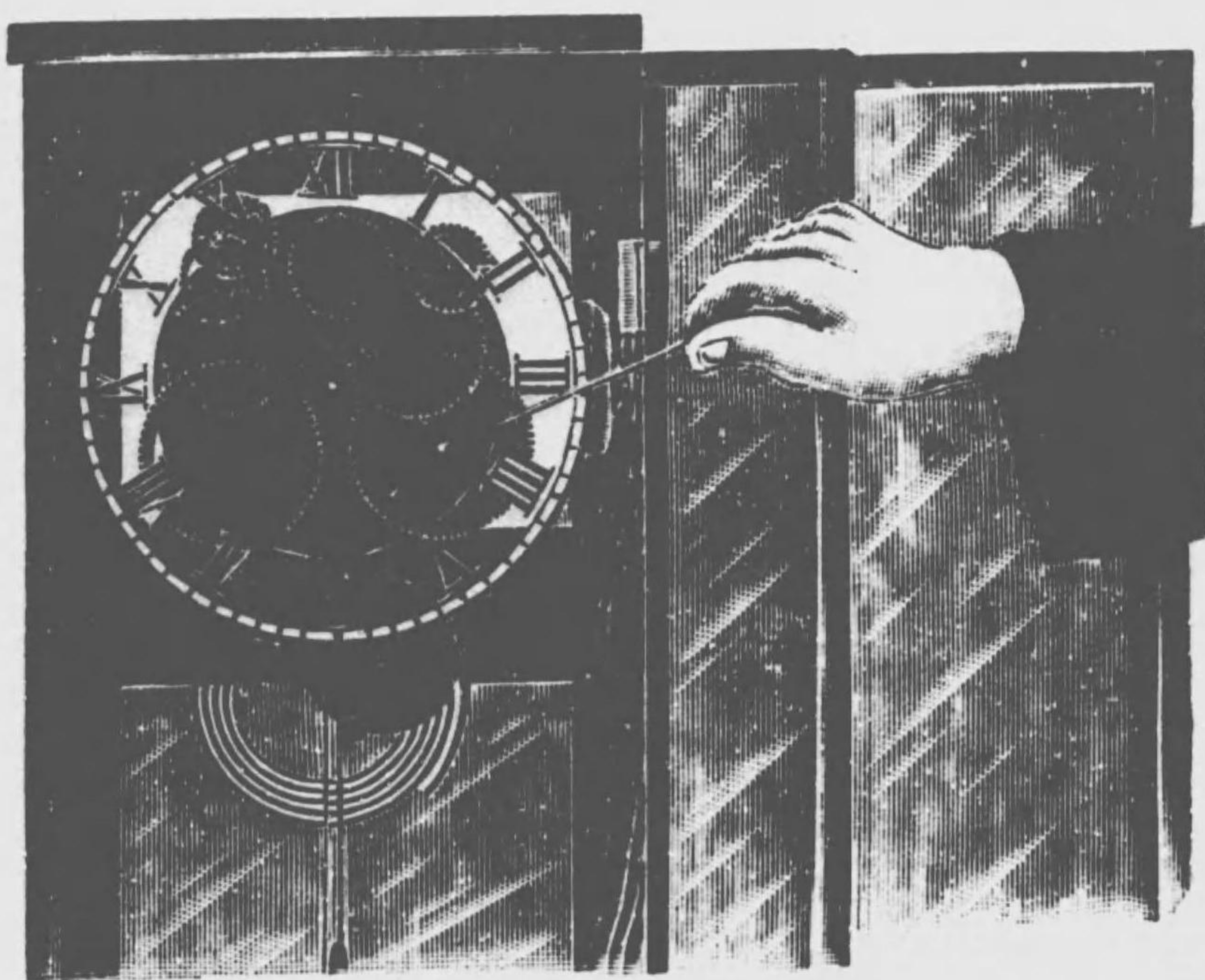
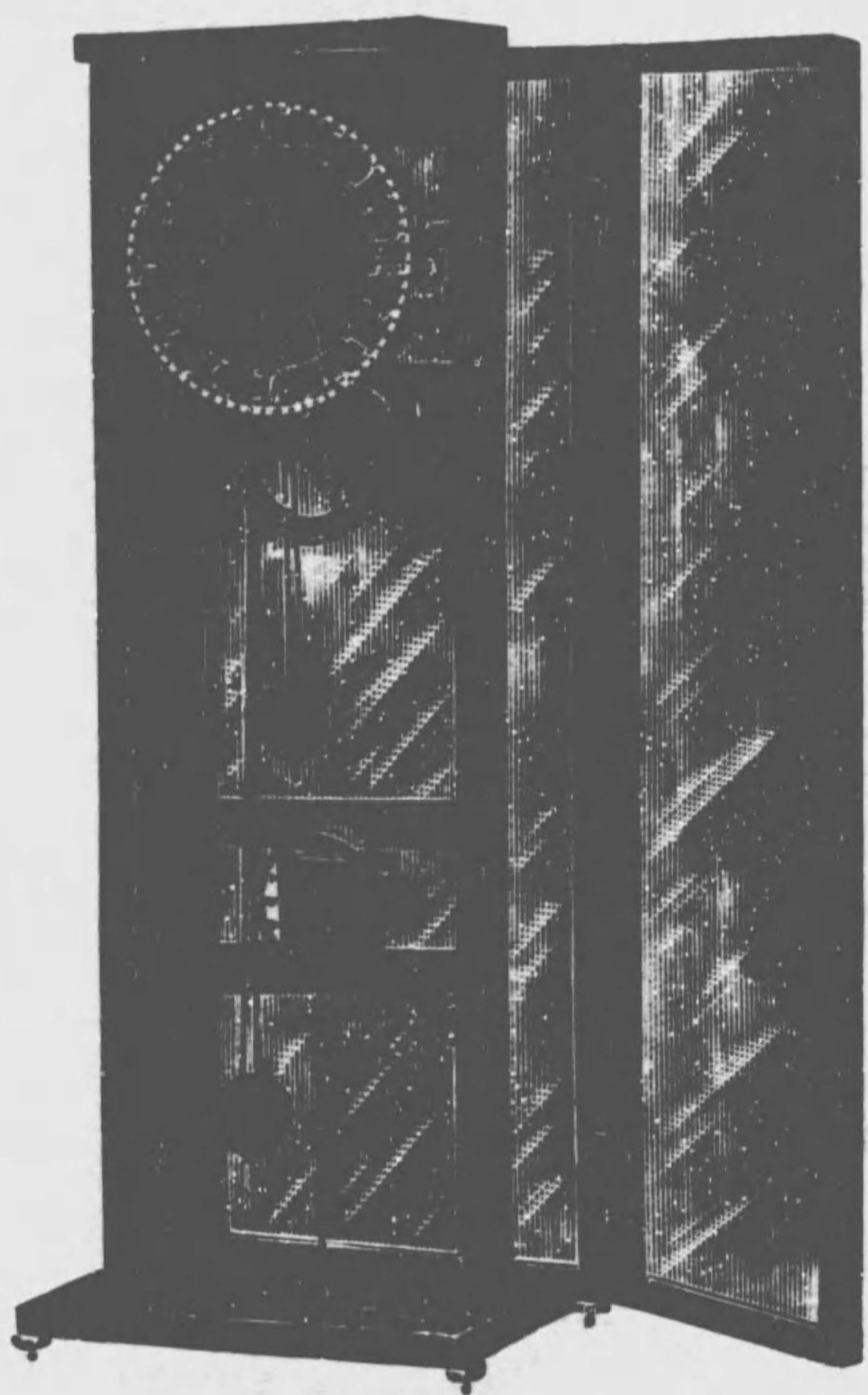
(教) 1. 教授用時計の下方に取附けてある目覚し用テンプ附時計につき、其のヒゲゼンマイを後方より指摘しながら其の作用を觀察せしめ、その伸縮が振子と同様に等時性のものであることを實驗する。

2. ヒゲゼンマイの弾力を調整する持柄をFSの間に動かしてヒゲゼンマイの旋回半径を増減し、其の半径の大小は振子の長短と同一の結果を誘致する次第を認めしめる。

第二十章 ポンプ (國定理科書 第五十一課)

一、實驗事項。1. 水の吸ひ揚げ。

テンプの實  
驗



教授用時計の全貌とその使用法



水の吸上げ

二、實驗方法。

(一) 水の吸ひ上げ。

(見、前) 1. 硝子管を水中に入れて水を吸ふて見る。水中に入れた硝子管の上端を吸ふと、硝子管及び口腔内の空氣が稀薄になるから、水面上に加はる空氣の壓力のために水が押し上げられるやうになる。第九十二圖は之を示してをる。此の方法から水を管内にあげるには、手段はどうでもよいから、兎に角管内の空氣を始めに稀薄にすればよいといふ事を了解せしめる。



(圖二十九第)

2. 水鐵砲の中へ水を吸ひ入れる操作を本實驗に代用してポンプ實驗の出發點としても差支ない。水の侵入は全く同じ理由である。

二、吸揚ポンプ。

(見、中) 吸揚ポンプの使用實驗。上圖に示せる活塞柄(イ)を上方に引き揚ぐれば、



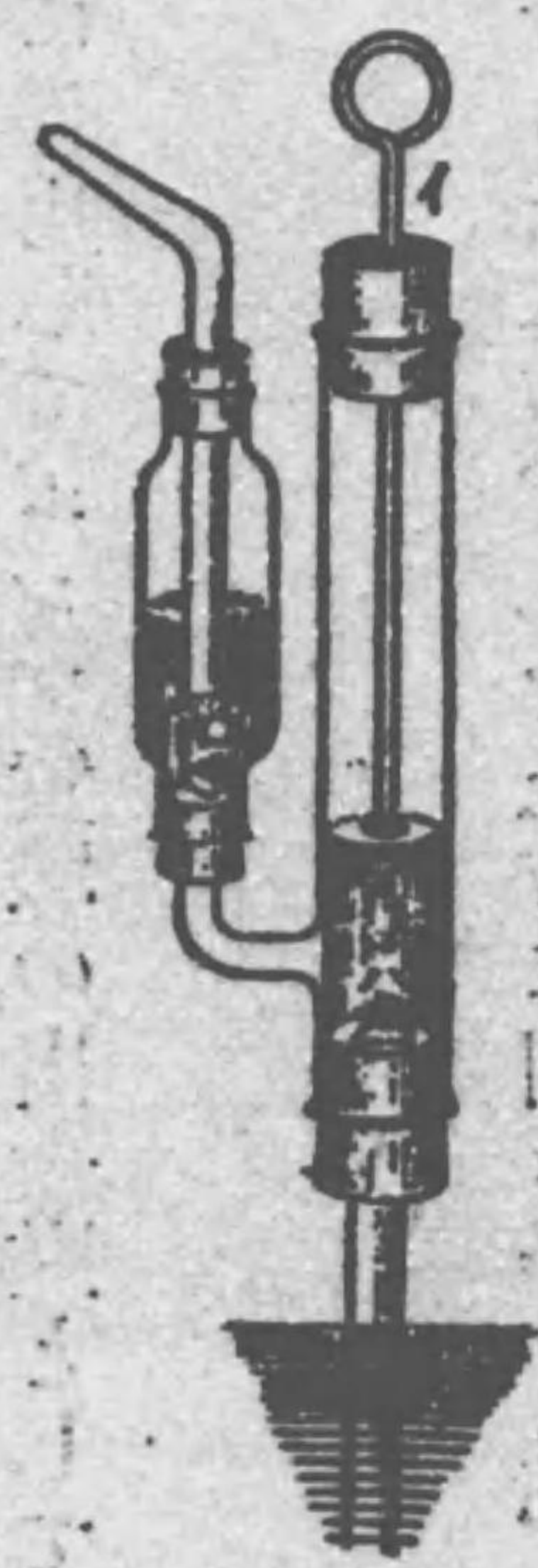
(圖三十九第)

(ロ) 辨閉ちて(ハ) 辨開き(ホ) から水が(ニ)の内にはいつて来る。次に(イ)を押し下げると(ハ) 辨閉ちて(ロ) 辨開き(ニ)内の水は(ロ)の所の孔より其の上部に昇る。此の上下の操作を活塞に繰返し加へると、水は遂に側口(ハ)より汲

み出される様になる。此の實驗に於て、活塞が圓筒に密着せるものを用ひないと其だ不成績で能率があがらなくなる。その重なる原因は使用後其の儘放置せる結果、活塞が乾燥して圓筒との間に隙を生ずる爲である。斯かる時には上口から水を少し入れてやるとよい。之を俗に迎へ水と呼んでをる。

(見、後) 家庭用ポンプのきかないものにつ  
き迎へ水の實驗を試みて見る。

(三) 押揚ポンプ。



(圖四十九第)

(見、中) 同上使用實驗。此の裝置の吸揚ポンプと異なる所は活塞に瓣がないのと、圓筒の下方に水の横出口を設けてそれに瓣をとりつけてあることである。故に水を吸揚げる原理に於ては、吸揚ポンプと變らな



(圖五十九第)

い。只活塞を押下げる時は(ハ)瓣が閉ぢ、(ロ)瓣が開いて水が其の上方に押し上げられる處に逆の異なる點がある。以上の吸上ポンプと押上ポンプとを組換によつて構成せしめ得る應用式に屬するものに分合ポンプがある。第九十五圖に示すが如き五部分よりなつて居るもので、吸上げ、押上げに共通の部分が二つ、吸上げ用活塞一つ押上げ用活塞一つと空氣室一

ポンプの要部の試し方

つとから出来てをる。二つの共通部に吸上用活塞を嵌合すると吸上ポンプを構成し得る。押上げ用活塞及び空氣室を配合すると押上ポンプが組立てられる。此の實驗器によると各部分の作用が別々に試みられるのみならずその組立組換が兒童の手で行ひ得られるので兒童の實驗を眞に有効ならしめることが出来る。

(三) 用具の試しと手入。

ポンプ類の實驗用器械に於て、最も意を注がねばならぬ所は、活塞と瓣とにある、ポンプを氣密にする爲の主要な働は、全く此の二つが分擔してをる譯である。それであるから其の使用に當つては、第一に是等の其の實驗に耐えるか否かの試験が必要である。其の手法中手續の簡單なのは、活塞を中間の位置に迄引き上げて置いて、水の出口に當る部分にゴム管を嵌め、口で吸ふて見ることである。其の時兩瓣が、上開して水が昇れば夫等の水は開く方に於いては缺陷のないことがわかる。次に其の口を吹く様にして呼氣を入れて見る。此の時兩瓣共に、或は其の吹く口に近い方のもののみ強く閉づれば此等の瓣は閉づる方に於ても亦缺陷のないものと見て差支ない。以上の何れか、陥けて居れば、夫等の瓣には缺陷のあるものとせねばならぬ。此の時往々にして活塞と圓筒との接觸部から水又は空氣が甚だしく出入する様なことがある。これは其の活塞の不良な事を示して居るのである。

ポンプ類に對しては、其の使用後必ず活塞と瓣とにワセリンを塗布して其の硬化を防ぐと共に、それらが圓筒に固着してはなれなくなることを、豫め防ぐ様に注意を加えねば

ポンプ類使用後の手入

ならぬ。

### 第三章 尋常科第六學年之部

#### 第一 鹽 酸

(國定理科書)

一、實驗事項。1. 鹽酸ガスの製法及性質。

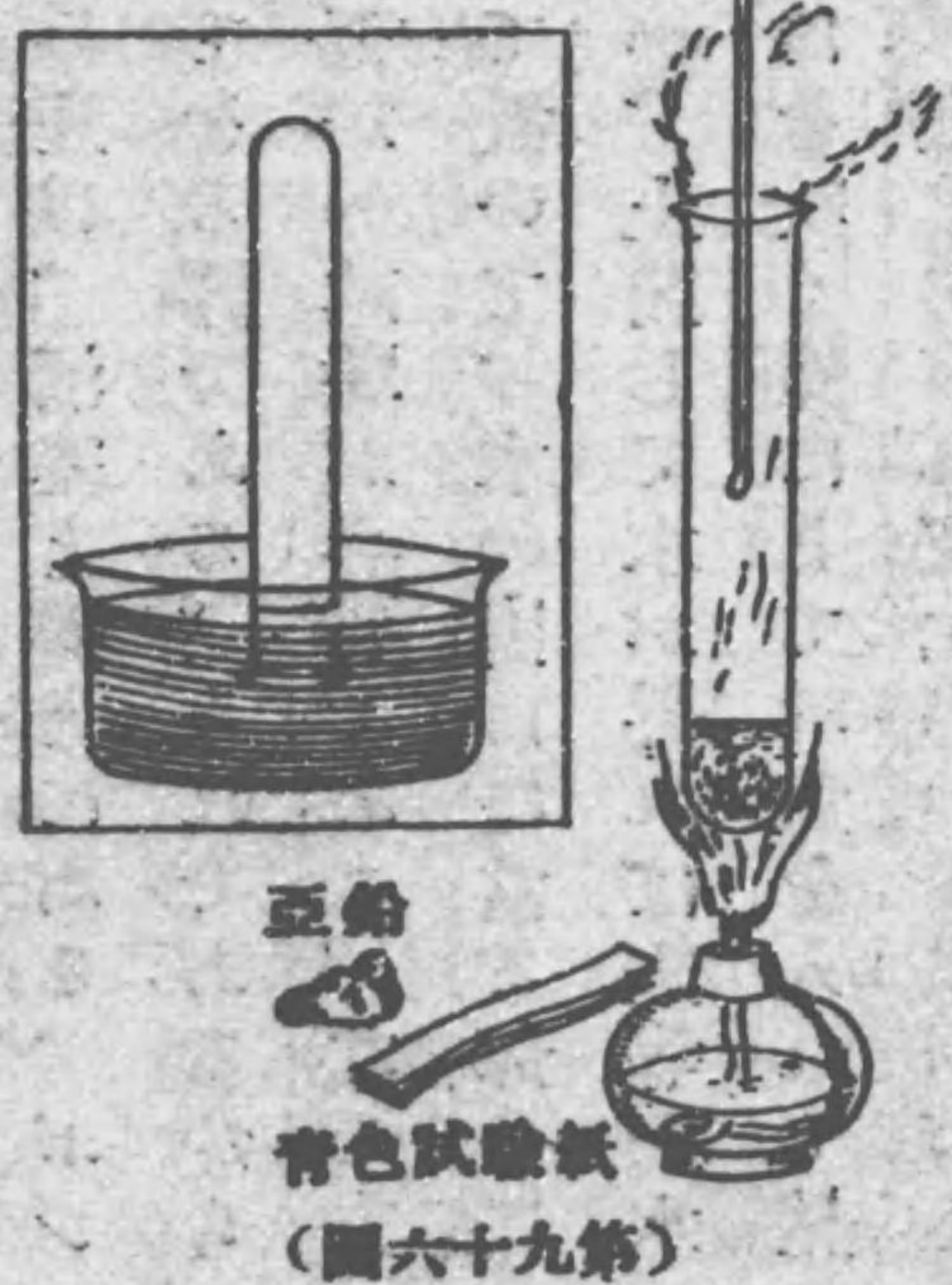
2. 鹽酸をつくること。

3. 鹽酸の性質。

二、實驗方法。

(一) 鹽酸ガスの製出及び性質。

(見、中) 試験管に一匙の食鹽をとり、之に濃硫酸を数滴加へると、目的のガスを出し始める。酸に熱すると更に多量に發生する。この試験管を基底として性質や作用に屬する兒童實驗を行はしめるのが普通である。



右の試験管發生器で次の諸性質に関する諸實驗を行はしめる。

(イ) 強烈刺激性の臭氣あること。

(ロ) 水に溶け易いこと。別管に集めたもの、或は諸實驗の全部を終つた後の試験管

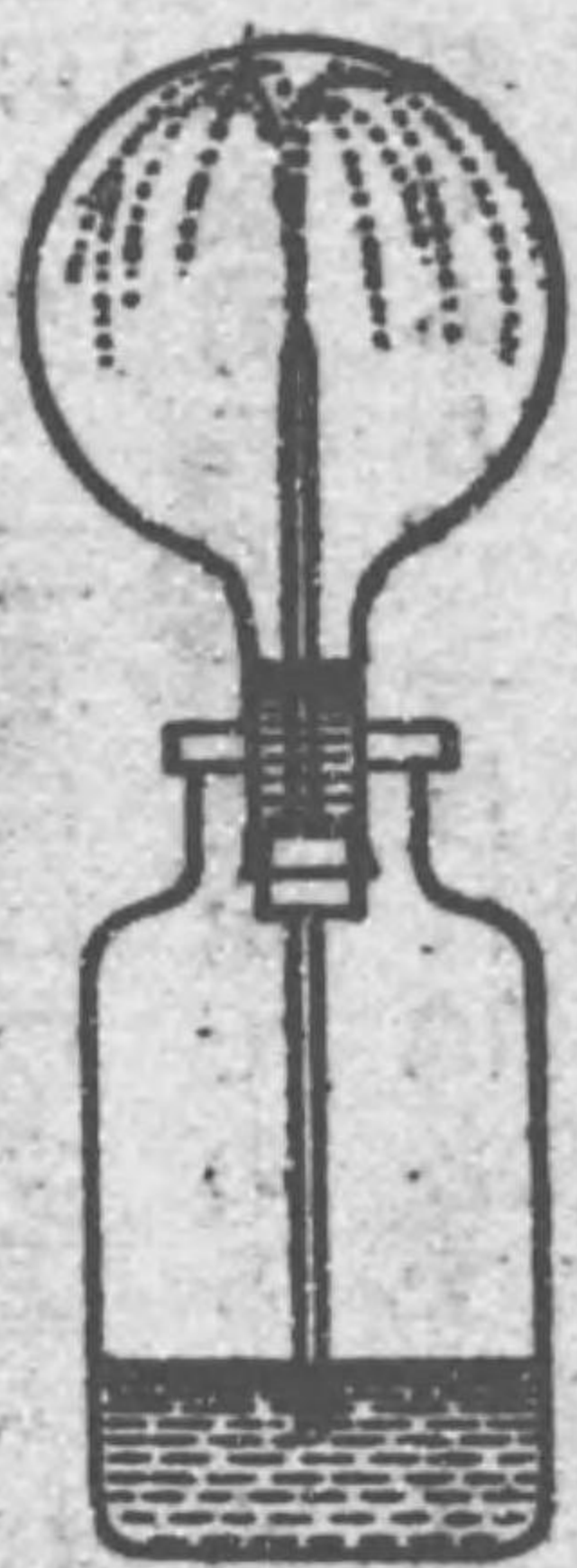
鹽酸ガスの製法

鹽酸ガスの性質

發生器を水中に倒立して見ると、水は真中の鹽酸ガスを溶すため忽ち管内に昇る。

(ハ) 青色リトマス紙を水で濡し、發生管内にあて、其の赤變するのを見せしめる。

(敷) 以上の實驗をフラスコ中でや、大仕掛に行ひ、それを別のフラスコに下方置換であつめる。そしてその鹽酸ガスを集めたフラスコに、硝子管の貫通せるゴム栓を締め之を青色リトマス液を入れた別瓶中に第九十七圖に示す如く倒立せしめる。リトマス液の硝

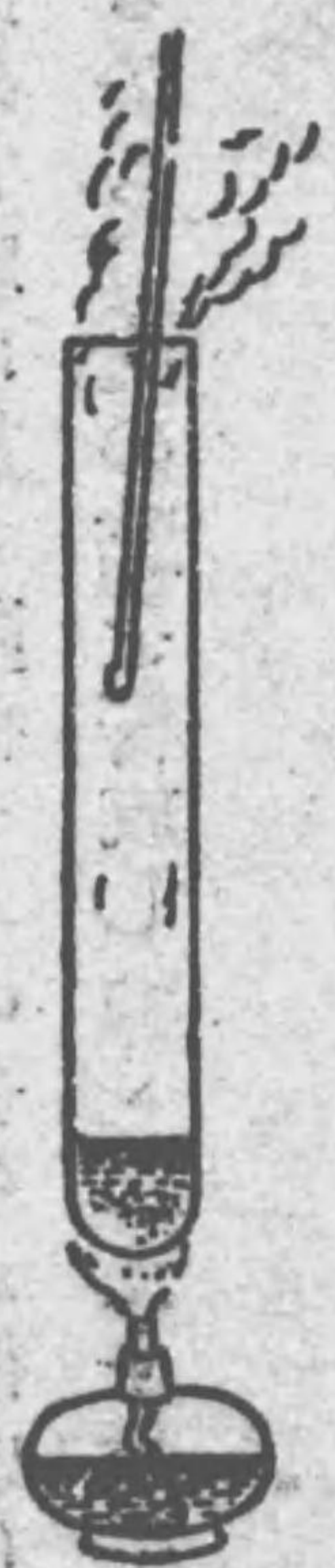


(圖七十九第)

子管内の上昇は、甚だ遅々たるものであるが、一度其の頂點を超えてフラスコ内に入ると、すさまじい噴水狀を呈して、突入し忽ち赤變して來る。此の實驗は豫め吹上げ装置を加設して置いて、手早く行ふ人もあるが、これは蛇足を加ふるのみで、其の装置を複雑にするさしこまあれ、何の利益もないのである。

(二) 鹽酸をつくること及び鹽酸の性質をたぬす實驗。

(見、中) 前の試験管發生器中に、第九十八圖に示す如く、下端に水滴をつけた硝子棒をさし入れ、暫時の後取出すと其の水滴は立派な強鹽酸に變つてくる。それを使用して次の諸性質をしらべさせる。



(圖八十九第)

(イ) 青色リトマス試験紙につけて赤變するか否かを試すこと。

(ロ) 指頭につけて味つて見て其の酸味をたぬすこと。

鹽酸の製法及び性質

リトマス試  
験紙の使用  
法

(ハ) 粒状亜鉛につけて其の表面から出る水素を検せしめること。

(教) 鹽酸ガスの製造實驗に於て發生口から出るものをビーカー内の水中に導いて溶解させ、以上と同様な性質實驗の資料にする。此の實驗に於て鹽化ガスの發生が微弱になると、ビーカー中の水が逆流して來ることがあるから、此の點を警戒しつゝ、絶えず發生用フラスコを徐々に熱しつゞける必要がある。

三、操作指導。リトマス試験紙の用法。リトマスはラクムスと稱し、地中海の沿岸に産する一種の地衣植物からとつた色素である。その濃溶液を色々な紙に塗附して乾かしたものが普通のリトマス試験紙である。其の中でも質のよい濾紙でつくつたものは敏感でよいが、洋紙類を染めたものは液の浸染が遅いため感じがよく且つ褪色が速やくて困る。其の一葉、二葉に就いて考ふれば其の價は甚だ廉なものであるが、其の原料は之を高價な輸入藥品に仰ぐ次第であるから、こゝに留意せしめて、經濟的な使用をなさしめることが必要である。一度には必ず一葉とし、二葉、三葉を重ね用ふる様なことを嚴禁すると共に、其の一葉も毎回の之を放棄せず、酸性反應に使用したものは、之を始末して置いてアルカリ性反應の實驗に使用するとか、又淡いアルカリに浸して、青色を再顯せしめ置き、幾度も繰返して使用する様につとめねばならぬ。又試験液の酸性であるか否かゞ分ればよいのであるから試験紙全部を液に浸す必要がない。寧ろ硝子棒の先端に一寸液をつけて、これを試験紙に觸れて見る様な手順をとるべきである。

## 第二 硫 酸

(國定理科書  
第八課)

- 一、實驗事項。
1. 硫酸の性質。
  2. 動植物質に對する硫酸の作用。
  3. 金屬に對する硫酸の作用。
  4. 硫酸の簡易な製法。

### 二、實驗方法。

(一) 硫酸の性質。

(見、中) 1. 外觀及び液性。濃き硫酸につき觀察せしめ、無色にして臭氣なく粘く重き液體なることを窺はしめる。

2. 稀硫酸の作り方。水を入れたビーカー中に硝子棒を立て、それを傳はらしめつゝ少量の濃き硫酸を徐々に注ぎ加へ棒にてその中をかきまわせば淡き硫酸が出来る。此の時熱の發生を件ふため随分温度が昇るから、急激に加えてはならない。殊に容器は肉薄のものを選び温度の急變に逢ふも破損せぬ様注意することが肝要である。濃硫酸注加中時々その中を棒でかきまわすのもその目的は全くこゝにあるのである。

3. 右の實驗で出來た稀硫酸を用ひ、その酸味を有すること及び青色試験紙を赤變する酸性反應を呈すること等をしらべさせ、硫酸も鹽酸も同じく一種の酸であることを悟らし

硫酸の諸性  
質に關する  
實驗



動植物質に  
對する濃硫  
酸の作用

濃硫酸使用上  
の注意

濃硫酸による  
あぶり出し

める。

(二) 濃硫酸の動植物質に對する作用。

(見、中) 1. 紙片に硝子棒で濃い硫酸の一滴を附着させると、其の部分は黒色に變じ、遂に朽ちて孔が出来る。手工で木質の變色や、部分的炭化消却等に用ゐるのも、亦此の性質を利用したものである。これは化學上濃硫酸の脱水作用に歸す可きもので、紙質、木質等より酸水兩元素を水の成分の割合に取去り炭素分を後に残す作用に外ならぬ。此の強い作用は紙にかぎらず動植物質の凡てに對して現はれるものであるから木材、布片等につきても隨時實驗せしめるのがよい。

(注意事項) 硫酸は右の如き強作用を現はすから、衣服、筆記帳等に濡らさぬ様に注意し、誤つて濡した時にはアムモニヤで之を中和し其の作用をなるべく、速かに止めねばならぬ。硫酸に限り稀薄なものだといつてあなどれない。これ硫酸は甚だしい揮發性のものであるから、これを薄めて居る水分が蒸發しても硫酸分は後に残り、次第に其の濃度を増して来て、最後に濃硫酸と同一の作用を現はすに至るからである。

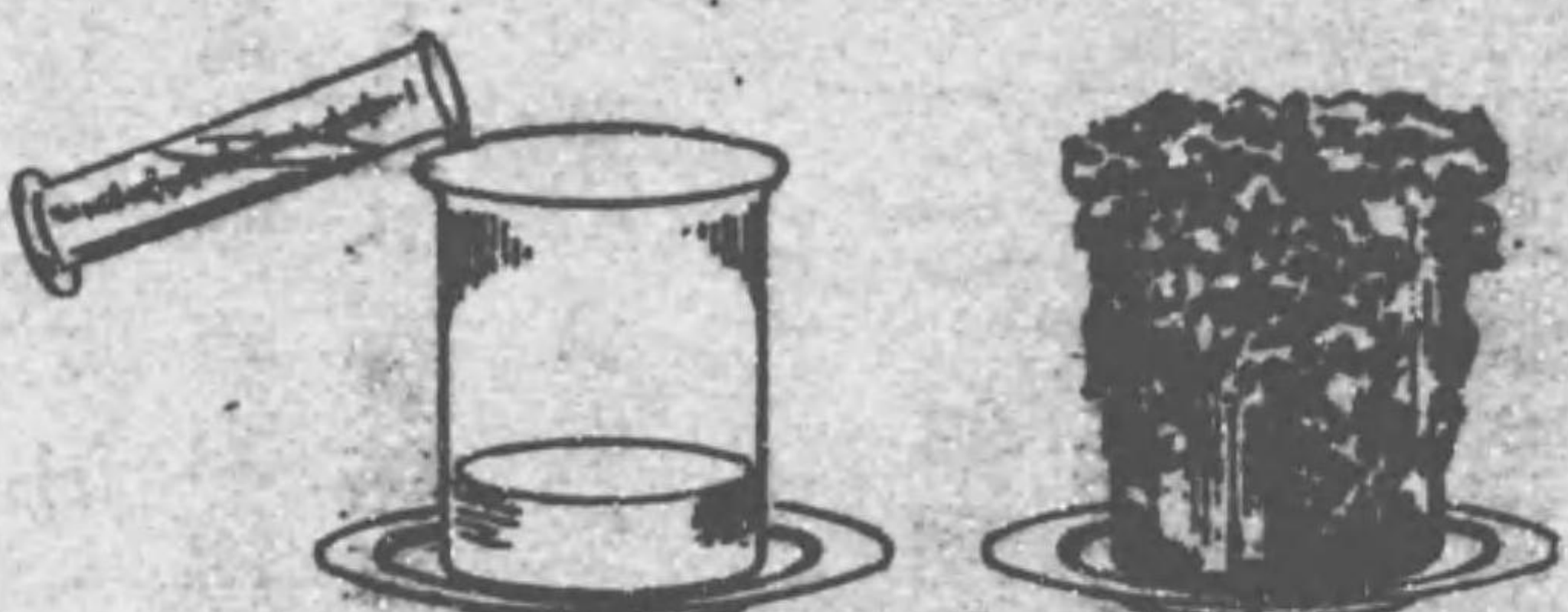
2. 稀硫酸で字を書いた紙片を乾かすこと。右の如く濃硫酸を直接用ひしめずとも、稀硫酸で、文字、一筆畫等を描いた紙片を炭火の上にかざして乾かししめる方法により、硫酸の脱水作用を生起せしめて紙片の炭化黒變する次第を實驗せしめる方法もある。此の實驗は右に述べた硫酸使用上の注意の一半を實驗的に證明するものとも見ることが出来る。



(圖九十九第)

濃硫酸によ  
る強烈な脱  
水作用

濃硫酸の金屬  
に對する作  
用



(圖百第)

(教) 濃硫酸の脱水作用。白砂糖を水で煉り、漸く滴下する程度の粘りにした上、これに強度の濃硫酸を注加すると、脱水作用を現し來り、次第に多量の炭素を析出して來る。此の實驗は後章蔗糖の所で其の成分中に炭素の包含せられてをることを識る實驗法として採用してもよい。

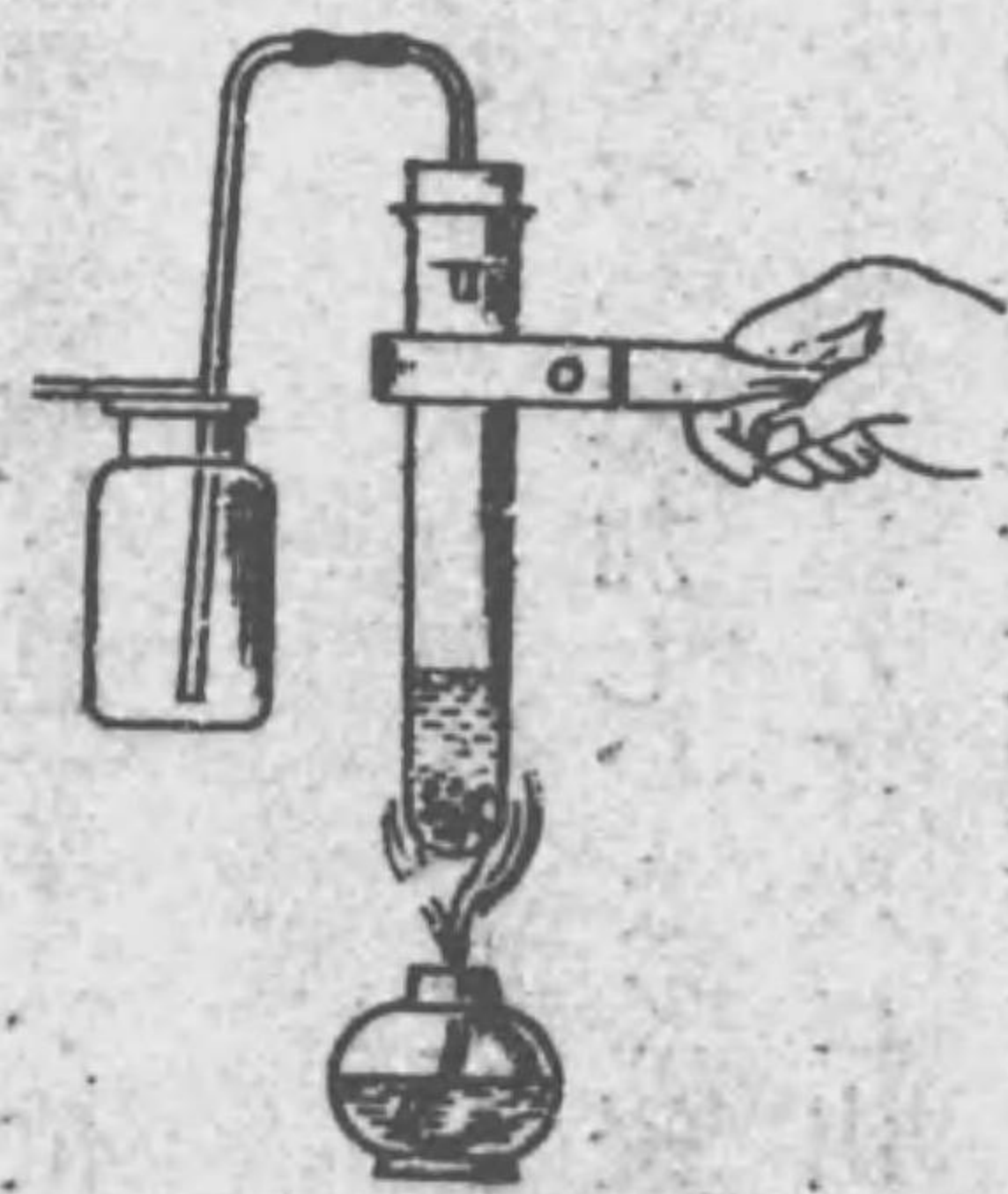
(三) 硫酸の金屬に對する作用。

(見、中) 先きに濃硫酸の稀釋によつて得たる稀硫酸を、亞鉛の薄片、鐵屑等を別々に入れたる試験管中に注入して見ると、以上の諸金屬はその表面から水素の氣泡をしきりに出しつゝ、次第に溶けるのを認めることが出来る。

(教) 銅、鉛等の如く稀硫酸を注加するも變化せざる金屬を試験管にとり、これに濃硫酸を加えて加熱し、惡臭ある氣體を發生しつゝ、それらの金屬が次第に溶解する有様を見せしめる。(第百一圖)

(四) 硫酸の簡易なる製法。

(教) 硝子製圓筒内に濃硝酸(比重一、三七以上)の二、三滴を入れ、よく振盪して成る可く廣く管壁をうるほし置き、これに亞硫酸ガスと水蒸氣とを同時に通ずると、熾んに發煙して硫酸が出来る。その内に硫酸の出來始める時には一寸ではあ



(圖一百第)

硫酸の製法

るが赤褐色の氣體があらはれるものである。これは硫酸生成の一種の合圖と見てよい位である。

(三) 操作指導。濃硫酸の稀釋法。ビーカーの如き薄手の容器に水を入れ置き、これに別器に分ちとりたる所要量の濃硫酸を、攪拌用硝子棒に沿うて少しづつ添加し、よく攪拌するのが一般操作である。其の順序を反對にして、濃硫酸の中へ水を割り込む手段に出るときは急激に發熱して、水の沸騰、液の飛散を誘致し、屢々不慮の惡結果を惹起することがある。

### 第三 硝 酸

(國定理科書  
第九課書)

#### 一、實驗事項。1. 硝酸の性質。

#### 2. 硝酸の作用。

#### 3. 硝酸の簡易なる製法。

#### 4. 鹽酸、硫酸、硝酸の簡易なる鑑別法。

#### 二、實驗方法。

##### (一) 硝酸の性質。

(見、中) 1. 分與した硝酸につき、無色にして惡臭あることを檢せしめる。

(附) 純粹の硝酸は鹽酸、硫酸と同じく無色のものであるが、通常のもものは窒素の酸

化物を溶解してゐてや、黃色を呈してをる。

2. 酸性反應。ビーカーに水を入れ、その内へ數滴の硝酸を加へしめる。其の液に新しい濾紙片又は脱色綿を入れて絞り上げ、各自に分ち嘗めしめてその酸味あることを檢せしめ、更にビーカー中に青色試験紙を浸して其の酸性反應を呈する次第を檢せしめる。

##### (二) 硝酸の作用。

(見、中) 1. 動物物質に對する作用。濃硝酸の少量を硝子棒の先端につけて、青い木の葉、木片、紙片等に塗り、其の腐蝕性の強いことをためす。一般に有機質を褐色に變へる作用がある。非常に稀薄なものでも皮膚、其の他の動物質を黃變するから、動物質の鑑識、例へば絹綿、綿毛の區別等に迄此の特性が利用せられる次第である。

(見、中) 2. 金屬に對する作用。硝子棒の先端に水をつけ、之を金箔及び銀箔の上に置いて靜かに廻すと、其の先端に金、銀を都合よく巻きつけることが出来る。更に一本の銅線をとつて、以上の二本の硝子棒と共に、三個の試験管に別々に入れ其の各管に濃き硝酸を注いで見る。此の時金は少しも溶けないが、銀と銅とは泡を出して次第に溶解、赤褐色の氣體の出ることを認め得られる。殊に銅を入れてあつた試験管の殘液は美しい青綠色を呈するやうになるのでよく觀察せしめると三種三様の變化を窺はすことが出来て甚だ面白。

(見、中) 3. 硝酸の鑑識法。銅に濃硝酸を注いで熱すると(濃き硝酸ならば熱しなく

濃硝酸の劇作用

硝酸の簡易な製作

簡易蒸溜管(硝酸の蒸気はゴム管を以て導く)の用は此の便である(此の装置は此の便である)

とも)前述の如く悪臭ある赤褐色の重い氣體が盛んに出て、其の後に美しい硝酸銅溶液が残る。これは其の酸が硝酸であるかどうかを試す鑑識に利用し得らる、程、硝酸に特有な性質で、一方また其の金屬が銅であるか或は銅を含むものであるかを試す鑑識に利用出来るくらひ銅にとつても亦特有の性質である。

(教) 濃硝酸の劇作用。砂皿で鋸屑を熱して置いて、其の上に濃硝酸の一滴を落とすと鋸屑は發火して焔んに燃える。又熱濃硝酸の中へ銅、鉛其の他の金屬を落とすと、劇烈に作用して赤褐色の氣體をすさまじい勢で發出し、直ちに其の金屬を溶してしまふのが見られる。

(三) 硝酸の簡易な製法。

(見、中) 簡易な蒸溜管で硝酸をつくること、第二百二圖に示す如く、簡易蒸溜管の下方なる球部に硝石又はチリ硝石の少量と濃硫酸とを入れ、屈曲部の上方に冷水を入れ、試験管を挿入して蒸溜準備を整へ、側出誘導管下にも溜出液を受ける試験管をさし入れ、下方球部を徐々にアルコールランプで熱すると、硝酸の蒸氣が發出するやうになる。此の硝酸蒸氣は冷水入試験管にあたつて冷縮液化し、滴下の後側出誘導管に導かれて受器中に集まる。それを取り出してその酸性反



(圖二百第)



(驗實蒸るよに管溜蒸易簡) 室驗實科理校學小屬附校學範師縣島廣

應や、金屬に對する作用等を應用的に檢せしめると前後に連絡のある有効な實驗を行はしめることが出来る。

(教) 以上の實驗を硝子製レトリットで大仕掛に行つて見せるか、或は此の兒童實驗を廢して簡易蒸溜管を用ふる教師實驗を試みるもよい。

#### (四) 三酸の簡易鑑別法。

(見、中) 濃き場合のマッチ軸試驗法。濃厚な三酸を時計皿又は蒸發皿の如き淺い容器にとり出し、マッチの軸を其の中に浸して見ると、濃き硝酸は之を褐色に染め、濃き硫酸は之を炭化黒變するも濃硫酸は格別の作用を示さない。

(附、教) 藥品戸棚に始末してある酸類の名箋が不明であるやうなことで鑑別を必要とすることが起る場合もある。かゝる時には硝酸は銅との作用で顯著に而も簡單に見別けが付き、硫酸は鹽化バリウムで容易に區別が出来る。而し小學校理科教材中ならはれて居る内容のみでも容易に判別し得るものがある。即ち加熱によつて盛んに酸性の蒸氣を出すものは主として鹽酸か、硝酸で、硫酸は不揮發性である爲めあまり之を出さない。これに銅に對する硝酸の作用を併せ考へると三つの判定が出来ると思ふ。又後章に出て來るアムモニア蒸氣で鹽酸ガスをためす便法を併用すれば更に簡單である。

三、操作指導。蒸溜法。蒸溜すべき液體の種類に従つて、之に適用すべき方法を變へねばならぬことは今更言を要せない。次第であるが、小學校理科教材の全體を通覽して、蒸溜

三酸の簡易  
鑑別法

蒸溜操作と  
簡易蒸溜管  
の必要