

263.7

32



始



44W-81

東京青山
師範學校
教諭
大森乙五郎著

児童理化實驗の研究

東京
廣文堂書店發行

大正
3. 3. 14
内交

263.7
320

緒言

一 理化の教材中には、児童各自に実験せしむるにあらざれば、其の観察を正確ならしむること能はざるもの多し。而して児童に実験せしむれば、唯に確實なる知識を得せしむるのみならず知識の深さを増し、以て理化学的趣味を養成することを得べし。本書は此の目的を以て、児童に理化の実験を行はしむる方法を記述したるものなり。

二 本書は文部省編纂の小學理科書に準據し、試験管・コップ・アルコーランプ等の如き卑近なる器具によりて、理化の簡易実験法並に児童に行はしむべき実験法

を説述し、以て小學校理化教授に適切なる参考たらしめんことを期したり。

三 本書は普通教室に於て如何なる程度迄實驗せしめ得るか、其の方法は如何にすべきか等につきて、經費・時間及び教師の勞力・兒童の心力を考慮して記述したるものなり。

四 本書に記載したる實驗法は、一教材に對する實驗にても、困難なる部分は教師之を實驗し、簡單なる部分は兒童に實驗せしめ、以て教授を完結せしむる方法を取りたるものなり。

大正三年二月

著者識す。

兒童理化實驗の研究目次

第一編 總論

第一章 兒童實驗の必要

- 一 正確明瞭なる眞の理解を得しむ……………一
- 二 直接に自然の感化を受けしむ……………三
- 三 研究心を盛ならしむ……………四
- 四 實行力を増大せしむ……………五
- 五 器具の取扱に馴れしむ……………五

第二章 實驗に用ゆる用具及装置

- 一 用具は日常兒童の目撃し又は使用する者を用ふるを可とす……………六
- 二 装置は簡單にして要點のみを明瞭に表はし得る者を可

とす……………八

三 装置に不備の點なき様注意すべし……………八

四 用具に不足なき様注意すべし……………九

五 用具及び装置は堅牢なるを可とす……………一〇

第三章 實驗の方法

一 系統的に順序を定め置くべし……………一一

二 用具及び装置の取扱ひを練習し置くべし……………一二

三 用具及び装置の主要點を説明すべし……………一二

四 期待心を盛になし置くべし……………一四

五 態度及言語……………一四

第四章 兒童實驗上の諸注意

一 分團を作りて實驗せしむべし……………一六

二 實驗の目的を提示して後に實驗せしむべし……………一七

第六章 實驗一覽表……………二三

第二編 物理實驗

第一章 空氣の性質

一 空氣は場所を占むる實驗……………五五

二 兒童に課す空氣は場所を占むる實驗……………五六

三 空氣は彈性體なる實驗……………五七

四 兒童に課す空氣に彈性ある實驗……………五八

五 空氣には重さある實驗……………五九

六 空氣に下壓力ある實驗……………六〇

七 兒童に課す空氣に上壓側壓ある實驗……………六一

第二章 大氣の壓力を利用せる器械

一 兒童に課すポンプの實驗……………六二

二 排氣機の使用法……………六三

三 兒童に課す霧吹きの実験……………六五

第三章 水の性質

一 水は形を變じ易き實驗……………六六

二 兒童に課す水平面の實驗……………六六

三 兒童に課す水は壓縮し難き實驗……………六七

四 兒童に課す水は壓力を各方に傳ふる實驗……………六七

五 水の壓力と深さとの關係を示す實驗……………六九

六 兒童に課す水の壓力の實驗……………七〇

七 兒童に課す連通管の實驗……………七一

八 連通管の實驗……………七二

第四章 アルキメデスの原理

一 兒童に課すアルキメデスの原理の實驗……………七三

二 アルキメデス原理の實驗……………七五

三 沈浮子の實驗……………七六

四 兒童に課す浮沈子の實驗……………七七

第五章 熱及び其の傳播

一 摩擦熱の實驗……………七八

二 兒童に課す摩擦熱の實驗……………七八

三 兒童に課す傳導の實驗……………七九

四 兒童に課す對流の實驗……………八〇

五 兒童に課す輻射の實驗……………八二

第六章 物體の膨脹

六 輻射熱の實驗……………八三

一 固體の膨脹實驗……………八五

二 兒童に課す物體膨脹の實驗……………八六

三 兒童に課す寒暖計の實驗……………八八

第七章 水の三態の變化

一 兒童に課す水の三態の實驗……………八九

二 兒童に課す沸騰の實驗……………九二

三 兒童に課す蒸發の實驗……………九三

四 蒸發に必要な條件……………九四

五 蒸氣張力の實驗……………九五

六 兒童に課す大氣中の水蒸氣の實驗……………九六

七 雲の成生……………九七

八 兒童に課す湿度の實驗……………九七

第八章 挺子

一 兒童に課す挺子の實驗……………九八

二 秤の用法……………一〇一

三 滑車の實驗……………一〇三

四 輪軸の實驗……………一〇四

第九章 斜面

一 斜面の實驗……………一〇五

二 摩擦の實驗……………一〇六

第十章 力

一 兒童に課す力の實驗……………一〇七

二 力の釣り合の實驗……………一〇九

第十一章 運動の法則

- 一 兒童に課す慣性の實驗……………一二〇
- 二 兒童に課す働と反働との實驗……………一二二
- 三 兒童に課す運動變化の實驗……………一二三
- 四 拋物體の實驗……………一二五
- 五 兒童に課す圓運動の實驗……………一二五
- 六 振子の實驗……………一二五

第十二章 光の反射

- 一 兒童に課す光の直進の實驗……………一二六
- 二 兒童に課す光の反射の實驗……………一二七
- 三 兒童に課す平面鏡の實驗……………一二八
- 四 反射の實驗……………一二九

第十三章 光の屈折

- 一 兒童に課す光の屈折の實驗……………一二三
- 二 光の屈折の實驗……………一二六
- 三 兒童に課すプリズムの實驗……………一二六

第十四章 レンズ

- 一 兒童に課す凸レンズの實驗……………一二八
- 二 兒童に課す凹レンズの實驗……………一三〇
- 三 兒童に課す顯微鏡の理の實驗……………一三〇

第十五章 物の色

- 一 プリズムにて光の分散の實驗……………一三一
- 二 物の色の實驗……………一三二

第十六章 音

- 一 音の源の實驗……………一三三
- 二 音の傳達の實驗……………一三四

三 音の反射の實驗……………一三四

四 音の高低の實驗……………一三五

五 音の強弱の實驗……………一三六

六 共鳴の實驗……………一三六

七 兒童に課す音の實驗……………一三七

第十七章 礫石の性質

一 兒童に課す礫石の實驗……………一三八

二 磁氣感應の實驗……………一三九

第十八章 靜電氣の性質

一 兒童に課す發電及び其の性質の實驗……………一四〇

第十九章 電氣感應

一 兒童に課す電氣感應の實驗……………一四三

二 電氣盆の實驗……………一四四

三 起電氣の使用法……………一四五

四 レーデン瓶の實驗……………一四六

五 放電の實驗……………一四八

第二十章 電流

一 電池の製作法……………一五一

二 兒童に課す電流の磁氣作用の實驗……………一五三

三 兒童に課す電信機の實驗……………一五五

四 兒童に課す電鈴の實驗……………一五六

五 兒童に課す電燈の實驗……………一五六

六 兒童に課す電氣メツキの實驗……………一五七

七 兒童に課す電話の實驗……………一五八

八 兒童に課すモーターの實驗……………一五九

第三編 化學實驗

第一章 空氣の成分

- 一 酸素の製法……………一六一
- 二 酸素製法上の注意……………一六一
- 三 酸素性質の實驗……………一六二
- 四 兒童に課す酸素の實驗……………一六三
- 五 空氣の成分の實驗……………一六三
- 六 瓦斯溜めの使用法……………一六四

第二章 水の成分

- 一 水素の製法……………一六六
- 二 水素性質の實驗……………一六七
- 三 兒童に課す水素の實驗……………一六九

四 水の成分の實驗……………一七〇

第三章 燃 燒

- 一 兒童に課す炭酸ガスの實驗……………一七一
- 二 指示薬の製作法……………一七三
- 三 炭火と燈火……………一七五
- 四 兒童に課す燃焼の實驗……………一七五
- 五 炭は燃て炭酸ガスを生ずる實驗……………一七六
- 六 兒童に課す石炭ガスの實驗……………一七七

第四章 硫黄及亞硫酸ガス

- 一 兒童に課す硫黄の實驗……………一七八
- 二 硫黄形態の實驗……………一七九
- 三 亞硫酸ガスの實驗……………一八〇
- 四 兒童に課す硫酸成分の實驗……………一八一

第五章 酸

- 一 兒童に課す硫酸の實驗……………一八一
- 二 兒童に課す鹽酸の實驗……………一八三
- 三 硝酸の製法……………一八四
- 四 兒童に課す硝酸の實驗……………一八四
- 五 兒童に課す鹽化水素の實驗……………一八五
- 六 兒童に課す鹽素の實驗……………一八七
- 七 兒童に課す漂白粉の實驗……………一八八
- 八 鹽化水素成分の實驗……………一八八
- 九 鹽素鹽化水素實驗上の注意……………一九〇
- 一〇 酸の判別法……………一九一
- 一一 硫酸硝酸鹽酸の金屬に對する作用……………一九二

第六章 アルカリ

- 一 兒童に課す石灰の實驗……………一九三
- 二 兒童に課す苛性曹達の實驗……………一九四
- 三 兒童に課すアンモニヤの實驗……………一九五

第七章 鹽類

- 一 中和の實驗……………一九六
- 二 鹽類の成生……………一九七

第八章 ナトリウム・カリウム及其化合物

- 一 ナトリウムの實驗……………一九九
- 二 兒童に課す食鹽の性質の實驗……………二〇〇
- 三 食鹽の成分……………二〇一
- 四 炭酸ソーダの製法……………二〇二
- 五 兒童に課す炭酸ソーダの實驗……………二〇二
- 六 消火器の實驗……………二〇三

七 鹽化加里の實驗……………二〇四
 八 兒童に課す炭酸カリの實驗……………二〇四
 九 硝石の實驗……………二〇五

第九章 カルシウム・マグネシウム及其の化合物

一 兒童に課すカルシウム鹽の實驗……………二〇六
 二 兒童に課すマグネシウムの實驗……………二〇七

第十章 アルミニウム・明礬

一 兒童に課すアルミニウムの實驗……………二〇九
 二 兒童に課す明礬の實驗……………二〇九

第十一章 鐵・銅及其の化合物

一 兒童に課す鐵の實驗……………二一一
 二 兒童に課す銅の實驗……………二一二
 三 兒童に課す硫酸銅の實驗……………二一三

第十二章 亞鉛・錫・鉛及金・銀

一 兒童に課す鉛・錫・亞鉛の實驗……………二一五
 二 兒童に課す金・銀の實驗……………二一六

第十三章 磷

一 磷の實驗……………二一七
 二 マツチの實驗……………二一九

第十四章 炭水化物

一 兒童に課す澱粉の實驗……………二一九
 二 兒童に課す砂糖の實驗……………二二〇
 三 麥芽糖の實驗……………二二一
 四 葡萄糖の實驗……………二二三
 五 兒童に課す葡萄糖の實驗……………二二三
 六 木綿の實驗……………二二三

第十五章 石油及アルコール

一 兒童に課す石油の實驗……………二二五

二 石油蒸溜の實驗……………二二六

三 兒童に課すアセチリンガスの實驗……………二二七

四 兒童に課すアルコールの實驗……………二二七

五 沃度ホルムの實驗……………二二九

六 清酒蒸溜の實驗……………二二九

七 木精の檢出法……………二三〇

第十六章 醋・脂肪・蛋白質

一 兒童に課す醋の實驗……………二三一

二 醋酸の實驗……………二三一

三 兒童に課す脂肪の實驗……………二三二

四 兒童に課す石鹼の實驗……………二三三

五 兒童に課す蛋白質の實驗……………二三四

兒童理化實驗の研究目次終

兒童理化實驗の研究

大森乙五郎著

第一編 總論

第一章 兒童實驗の必要

本邦に於ける理科教授法の發達の順序は、之を三期に分ちて考ふることを得。第一期は兒童に教科書を與へて、教師之を講讀して、恰も讀方の如くに教へたりしも。第二期に於ては教科書を講讀するのみにては満足せず、之に教師の實驗を加へて、兒童に觀察せしめつつ教ふるに至れり。是れ第一期に比すれば數段の進歩と云はざる可らず。次に第三期

即ち現今に於ては、教師の實驗を觀察せしむるのみならず、兒童にも實驗を課し、之を觀察せしめつつ教授せんとする趨勢となれり。

然れども何故に兒童に實驗せしむるかの點につきては、種々なる意見ありて稍々不明瞭なり。本書は左に掲ぐる數種の點よりして兒童に實驗を課すことの必要を主張するものなり。

一 正確明瞭なる眞の理解を得せしむ

凡て學習したる智識は、之を他の如何なる場合にも活用して、人生の生活に資することを得る者にあらざれば、其の價値少し。かく習得せる智識の應用を十分ならしむるには、之を眞に理解せしめざる可らず。而して理科の智識を正確明瞭に理解せしむるには、兒童各自に手を下し、實驗と觀察とに訴へしむるを以て、最も良き方法とす、何となれば自己が發動的に實驗をなすときは、綿密なる注意と、深き興味とを以て、其の経過を觀察す、從て其の觀察は精密にして、思考判斷は正確となり、

之を基礎として考察したる理法は、恰も自己が發見せるが如くに感ずべし、吾人は他より強られて得たる知識よりも、自己自ら會得せる者の方意識界に再現し易し、之れ其の當時の心的作用盛んなりし爲め、印象を深くしたるによるものなり。故に兒童が實驗に訴へて得たる理科的智識は、常に活潑に意識界に再現し、日常の現象に對しても綿密なる注意を拂ひて觀察し考察するに至るべし、斯くしてこそ眞の理解を得せしめたることとなるべく、且つ又之に依て教師の實驗を、觀察考察せしめしよりも、更に一層綿密なる注意力を養ひ、思考力を増進し、觀察力を鋭敏にすることとなるべし。

二 直接に自然の感化を受けしむ

理科の實驗に、綿密なる注意を缺き、用意周到ならざれば、決して満足なる結果を得ざるべし。之れ自然の法則は、人意的の實驗にも正しくして偽りなく、且つ一點の不正を許さざるによる。かかる眞理に對して、

兒童自ら直接に實觀に訴ふるを以て、自然と其の感化を受け、從て正義眞理を好愛し、理性的に行動する習慣を得せしむることを得べし。

三 研究心を盛ならしむ

人生の向上發達を計るには、研究心を盛ならしむるにあり。今日の文明も一は研究の賜物なるべく、國家の優劣を生ずるも亦國民の研究心の消長如何に關すること大なり。此の如く必要なる研究心も、理科實驗をなさしむることによりて、之を盛ならしむることを得べし。何となれば、兒童各自に實驗せしむれば、教師の實驗を觀察せしめらるるときよりは、興味と責任とを感ずること深きが故に、其の實驗に對し綿密なる注意を拂ひて研究するを以て、正確明瞭に其の有様を觀察考察し得るを以て容易に其の理を了解すべし。從て學科に對する興味を起し、日常種々なる現象に注意し、己れ自ら種々工夫考案をなして之を實驗し、以て其の理を究め、之を應用せんとするに至るべし、是れ研究心を旺盛ならしむる

所以なるべし。

四 實行力を増大せしむ

研究心盛んとなれば、日常種々の現象に注意を拂ひ、之を實驗觀察せんとするの意志を生ず、今此の意志に従いて兒童に實驗せしむれば、喜びの念を以て之に當るを以て、其の實驗中或は困難なることにも、長き忍耐を要すべきことにも、又は屢々失敗に遭遇することありと云へども、其の指導宜敷を得ば、是等の難事にも屈することなくして、其の目的を遂行するに至るべし。是れ意志の修練となり、實行力を増すこととなるべし。

五 器具の取扱に馴れしむ

理科の實驗には種々なる器具藥品等を使用す。故に實驗に於て器具藥品を取り扱はしめて、其の性質、取扱上の注意、並に其等の物に對する他人の工夫考案を含味せしむる時は、之に依て種々なる器物の取扱ひに

馴るのみならず、兒童の將來の生活に資すること蓋し甚大なるべし。

第二章 實驗に用ゆる用具及び裝置

一 用具は日常兒童の目撃し又は使用する者を 用ゆるを可とす

理化實驗は、現象を起し之を観察して、或る法則を知らしむるを主とする場合と、器具の構造作用及び其の使用法を知らしむるを主とする場合とあり。挺子及び熱による物體の膨脹等の實驗は前者に屬し、天秤、寒暖計等の實驗は後者に屬す。

器具の構造作用等を知らしむる場合に於ては、簡單なる器械につきて、其の原理の應用せられたる點を明にすべし、是れ複雑なる器械の構造作用等を教ふることは頗る困難なればなり。況んや現象によりて法則を歸

納するが如き場合には、殊に然りとす。若しあまり兒童の目撃せざる物、又は立派なる器具を使用すれば、反て之が爲めに兒童の注意を亂し、且つ斯の如き用具にあらざれば、實驗は不可能なるが如き觀念を與へ、兒童が自發的に實驗せんとする動機を減少するに至るべし。然るに卑近の器具を用ふれば、器械に注意を奪はることなく、其の主要點にのみ注意を集中せしめ、以て理法を正確に教授することを得べければなり。例へば挺子の實驗に於て、目を引き易き色を塗附したる金屬製の棒を使用するよりも、物指しにて作りたる挺子を用ふる方可なるが如し。

斯の如くすれば現象を観察せしむると同時に、其の器具の使用法をも知らしめ、將來種々なる現象に對して卑近の器具を用ひ、簡易に實驗せんとする動機を旺盛ならしむるのみならず、尙又經費を節約し得ること、論を待たざるべし。

二 裝置は簡單にして要點のみ明瞭に表はし得る

者を可とす

實驗の装置は、成るべく簡單にして、要點のみを明瞭に表はし得るものを可とす。若し然らずして複雑なる装置によりて實驗するときは、其の装置と装置と、装置と現象との關係を知らしむるに困難を來す。又斯の如き装置によりて實驗をなすときは、其の現象の起る道派と現象との關係を明瞭に以得せしむること能はざるべく、從て之を基礎としたる教授は、所謂注入主義となりて、興味を殺滅するに至るべし。然れども簡單になさんが爲めに、反て不明瞭なる現象を呈するが如きものは、又之をさくべきこと勿論なり。されば實驗装置は、簡單なるを可とすれども、觀察せしめんとする要點を明かに示さんため、或る程度迄の工夫考案は必要なる事なり。

三 装置に不備の點なき様注意すべし

實驗には綿密なる注意を要す、微少の不備なる點ありても往々不結果

に陥り、兒童をして失望の念を起さしめ、其の教授に對しての興味を減するに至る。之れ兒童の目前に於て現象を起すこと能はざるが爲め、折角の期待心を満足せしむること能はざればなり。從つて此の實驗を基礎として教授するには、深く兒童の腦裏を刺戟したるものを捨て、此くならべき筈なり、よく記憶せよとて兒童の理解せざる理法を強ひざる可らず、斯の如くにて何ぞ眞の理解を得せしむるを得んや。されば實驗の初めに於ては、よく其の装置を檢め、不備の點なき様注意すべし。

四 用具に不足なき様注意すべし

實驗には種々の器具薬品を要するものなり、漠然たる考にて用意し以て教室に臨む時は、實驗に入りて後始めて不足品あるに心づき、爲めに實驗を中止し狼狽しながら騒げる兒童を其儘にして、準備室に走り來らざるべからざる場合を生すべし、幸い直ちに準備し得れば可なるも、若し新に購入せざる可からざるが如き者ある時は、止むなく實驗を中止し

講讀的の理科教授をなすに至る。されば實驗に入るに當りては、其の教授の前に、一應綿密に用具藥品を検し、購入すべきものは、購入し、製作すべきものは製作し、以て十分に整頓し置かざる可らず。

五 用具及び装置は堅牢なるを可とす

實驗に破損し易く又危険なる装置をなし、之が爲めに兒童に負傷せしむるが如き事あらば、其の罪大なるべし、さりとて恐るゝ實驗すれば、良好なる結果を得難し。又危険ならざるものにもせよ、只一回の實驗の外使用し得ざるが如き装置にては、不經濟なるは勿論、教授上にも種々なる不便を來すべし。是れ或る種の現象に對しては、數回之を繰り返して實驗するの必要を生ずることあるべければなり。何となれば兒童の如き觀察力の幼稚なるものにありては、一回の實驗にて充分に觀察し得ざること往々これあるべし。されば装置は、堅牢なる用具を用ひ、安心して實驗し、以て良好の結果を修むるが如くなすべきなり。

第三章 實驗の方法

一 系統的に順序を定め置くべし

理化實驗の目的は、只現象を現はし、之を觀察せしむるのみにあらずして、之によりて或る法則又は原因を推斷せしむる者なり。而して思考判斷せしむるには、之が基礎となるべき觀察は、正しき順序に以てせしむる必要あり。然るに實驗の順序を定めず、無系統に之を行ひて、觀察せしむる時は、依て得たる觀念は亂雜なるものとなり、從て理法原因等を推斷せしむること能はざるに至るべし。例へば體膨脹の實驗に於て最初熱を加へざる場合に、金屬球は自由に環を通過し得ることを示し、次に球を熱し、之が環を通過し得ざることを示すが如き、順序を取らず

して、直ちに球を熱して之を環に當てがふが如き方法によらば、眞に球が膨脹して環を通らざるものなるや否や不明瞭となり、其の結果眞に物體膨脹の理を解せしむること困難となるが如し。又一時間中數段の實驗をなし、是等相互の關係より、一理法を歸納せしむが如き場合に於ては、殊に其の順序方法を正し置くことの必要なるや論を待たず、されば教授者は、常に其の教授に於て、如何なる理法原因を幾つ數ふべきかを考へ、其の法則と法則、實驗と實驗、又實驗と法則との關係を吟味し、之が實驗の順序を攻究し、兒童をして、容易に其の理を解せしむる様に勉むべきなり。唯に實驗が系統的ならざれば、其の事實を推斷せしむること能はざるのみならず、綿密なる思想の養成、規律的の行動をなさしむる等の形式的陶冶は、全々不可能となり、實驗をして全く徒浪に歸せしむるに至るべし。

二 用具及び装置の取扱ひを練習し置くべし

實驗は熟練を要す、同じ完全なる用具にても、其の取扱ひの如何によりて、實驗の結果に差を生ずるや明なり、結果明瞭なれば、兒童の觀察容易となり、其の理を解することも亦易かるべし。故に教授者は、常に用具及装置の使用を練習して、失敗することなく、一には兒童に其の使用法の範を示すべきなり。

三 用具及び装置の主要點を説明すべし

實驗には種々の器具及び装置を使用す。然るに其の使用する器具の主要點につき不明瞭なれば、之を使用したる實驗によりて起りたる現象と、其の用具との關係を密接に知らしむること能はず。例へばポンプの實驗に於て、其の構造の主要點不明なれば、水の運動と、活塞並に辨の運動との關係を、明確に知らしむること能はざるが如し、此の如く其の關係にして不明瞭なるときは、是又眞の理解を得せしめ難かるべし、故に實驗をなす前、一應其の器具及び装置の主要點につき、説明し置くを可と

す。

四 期待心を盛になし置くべし

實驗に入る前、發問若しくは説明等によりて、此の實驗は如何なる現象を呈するか、の期待心を盛ならしめ置くを可とす。然るときは、他に少し位の妨害あるとも、之に注意を奪はることなく、専ら注意を其の實驗に集中せしめ得べく、從て觀察は明瞭正確となるべし。然るに兒童の注意之に向はざる中に實驗せば、例へ其の實驗の結果は良好なるとも、現象の現はるることが一瞬時のものにありては、兒童の心裡に印象する事薄く、從て兒童の心を活動せしめて、正確なる知識を得せしむること能はざるべし。

五 態度及び言語

(4) 教授者の態度と言語

教授者の態度は、兒童の學習する態度に影響すること深きものなり。

教授者の態度にして、亂雜散漫なるときは、兒童は心迄も亂るるものなり。故にかゝる態度にては、例へ實驗は良結果を得たるにもせよ、兒童の觀察は不十分となり、以て眞の理解に達せしむること難かるべし。されば教授者の態度は靜かに落ちつき、己も其實驗に對して觀察を鋭敏にして兒童に觀察法の範を示し、觀察の要素たる兒童の注意を亂すが如き行爲ある可らず。

言語も亦注意を奪ふ一原因なり、故に實驗中は教授者の言語を待たずして、兒童は活潑に觀察考察する様豫め指導し置くこと肝要なり。斯の如くするも尙且つ言語を用ひざる可らざる場合に立ち至らば、兒童の注意を亂さざる範圍に於て、低聲にしてしかも簡單明瞭なる言語を用ふべし。

(4) 兒童の態度

教授者の言語態度は、上述の如くとするも、尙兒童の中には不注意の

ものありて、或は私語し、又は談話を持ちかけ、以て他人の注意をも亂し、其の觀察の妨害をなすものもあるべし。かゝる者に對しては嚴に之を監督し、喧騒に亘らしめざるは勿論、私語をも發せしめず、研究的態度にて實驗觀察に従事せしめざる可らず。

第四章 兒童實驗上の諸注意

一 分團を作りて實驗せしむべし

多數の器具及び装置を用意し、之を兒童各自に配布して、實驗せしむることは望まじきことなれども、そは經費と場所(普通教室)との關係上實行に困難なり、且つ又勞力と時とを要する事大にして、小學校の如く一人の教師が種々の學科を教授する所に於ては、殆んど不可能の事なるべし。されば一般の兒童と數名宛の組に分ち、組々によりて實驗せしむる

を可とす。而して其の組分けは、優等生のみ又は劣等生のみ集り、組に優劣を生せしめざる様適當に組織し、一つの組の中には必ず一名位の優等生を配置して、其の組の先導者たらしむる様になすべし。

二 實驗事項の目的を提示して後に實驗せしむべし

實驗は其の目的を提示して、有意的になさしむるを可とす。然らずして只實驗せしむれば、兒童は其の經過を漠然と觀過するのみならず、只先きくにと新奇の事にのみ走せ、實驗の結果を整理して、或る法則に達すること能はざるべし。

されば實驗の始めに當りては、先づ如何なることの實驗をなすが、其の目的、觀察事項、觀察の方法等を指示し、其の順序の大様を板書し置くを可とす。

三 用具藥品取扱上の注意を與ふべし

實驗せしむるとき、用具及び藥品等の取扱上の注意を與へざるときは、

實驗に良好の結果を得ざる而已ならず、用具には硝子の如き破損し易きものあり、藥品には、酸、燐等の如き危険なるものあれば、其の取り扱ひ方不明なるときは、意外の失敗と危険とを招くことあるべし、故に實驗に際しては、先づ其の用具藥品取扱ひ上の注意を與ふべきなり。

四 教師は机間巡視を多くすべし

兒童實驗を開始すれば、教師はよく机間巡視をなして、誤りたる實驗、缺陷ある實驗、逆なる實驗等をなさしめざる様に注意し、且つ觀察法の指導をなし、以て實驗の結果を良好ならしむべし。

五 實驗の結果は之を整理して發表せしむべし

實驗したる後は、其の結果を整理して考察せしむる必要あり、これ兒童は、幼稚なるを以て先き先きと實驗に追はれて、主要點の觀察を漠然と過すものなり。然るに兒童各自に實驗の結果を筆記せしめて發表せしむれば、何れの兒童も責任を感じ、實驗に注意し觀察に遺漏少なるべし。

く、而已ならず、筆記せしものを見ながら、其の關係を考察する方、兒童にとりては、容易なるべければなり。

第五章 實驗の指導順序

實驗の理想を望めば、或る現象に對して、自ら工夫考案をなして、之を實驗觀察し、以て其の理を解するに至らしむるにあれども、小學校に於ては、此の程度迄に指導すること頗る困難の事なり、寧ろ不可能なるべし。されば將來兒童が斯の如くに至る基礎的能力を養成する程度に止まるなり。

其の指導の順序は、學年の程度によりて凡て之を三階級に分つを便なりとす。即ち尋常五年全部と第六學年の第二學期の中ば少し過ぎ位迄を

第一階段とし、それより高等第一年全部を第二階段、以下を第三階段とす。斯の如く分ちたりとて其の間に明なる區劃を設け、第一階段終りたるを以て、直ちに第二階段に移すが如き方法を取るにあらずして、階段より階段に進むにも、自然に其の進歩の程度に應じてなさしむべきものなり。

第一階段に於ては、用具装置及び藥品の整理分配に至るまで、一々教授者之を準備し、愈々實驗に入るも、一々教授者の命に従ひて實驗觀察をなさしめ、決して急きたつることなく、除々となさしむ。第二階段に於ては、用具及び装置の一部の整理をなさしめ、稍々自由を與へ、教師よりは大要の注意に止めて實驗せしむ。第三階段に於ては、用具及び装置の一部分の整理より、藥品を取り扱はしめ、或る一定の自由の時間を與へて實驗せしむ。されば第一階段を指導實驗、第三階段を自由實驗とすれば、第二階段は兩者の中間にあるものとす。而して兒童には、簡單

にして且つ模式的のもの、及び基礎的の實驗を選びて之を課すべく、時には一部分を教師之を實驗し、他の部分を生徒になさしめ、兩々相待ちて一事項の實驗を完了することもあるべし。

今各階段に於ける、實驗指導の大様を表示すれば、次の如し。

(第一階段 指導實驗)

- (1) 易なる實驗より始むべし。
- (2) 多く證明的實驗を課すべし。
- (3) 用具装置其他凡ての準備は教授者之を整理して與ふべし。
- (4) 教師の命に従ひて實驗を進行せしむべし。
- (5) 結果を整理せしむべし。

(第二階段 指導實驗)

- (1) 實驗の目的と順序方法の大要を知らしむべし。
- (2) 一定の自由の時を與ふべし。
- (3) 一事項宛實驗せしむべし。
- (4) 用具及装置は主に教授者之を整理す。

自由階段
第三實驗

- (5) 結果を整理報告せしむべし
- (1) 用具装置藥品の一部分の整理をなさしむ。
- (2) 實驗の目的と順序方法の大要を知らしむべし。
- (3) 自由に實驗せしむべし。
- (4) 結果を整理報告せしむべし。

第六章 實驗一覽表

項目	項目	項目
一、空氣の性質	二、水の性質及び物體の三態	三、熱
I 空氣は場所を占むること (兒) (一) 空氣は場所を占むること (教) (二) フラスコ内の空間を同時に水と空氣にて占有すること能はざること	I 水は其の形を變し易きこと (兒) (一) 水は其の形を變し易きこと (教) (二) 水は壓縮し難きこと II 水は壓縮し難きこと (兒) 水は壓縮し難きこと	I 熱及其の移ること (兒) (一) 寒暖の感じと熱の量 (教) (二) 熱の移ること
硝子管 曲硝子管 コップ・瓶	硝子管 曲硝子管 コップ・瓶	器械、器具、 藥品 コップ・試験管 空き瓶・漏斗・曲硝子管・コルク

四、熱による膨脹

II 熱の發生

- (兒) (一) 摩擦により熱を發す
- (兒) (二) 化學變化によりて熱を發す
- (教) (三) 打撃、電氣等によりても熱を發す

I 固體の膨脹

- (教) (一) 金屬球の膨脹
- (兒) (二) 金屬線の膨脹

II 液體の膨脹

- (兒) (一) 水の膨脹すること

III 氣體の膨脹

- (兒) (一) 空氣の膨脹すること

I 水の水蒸氣に變すること

- (兒) (一) 水は熱すれば蒸氣となり冷ゆれば又水となること

II 水の氷ること

- (兒) (一) 寒劑にて水を氷らしむること

摩擦熱實驗器

生石灰・小皿

電池・細き鋼線・磁石

金屬球膨脹實驗器

線膨脹實驗器

試驗管・コルク・硝子管

試驗管・コルク・硝子管

試驗管・試驗管挟み

アルコールランプ

曲硝子管・コルク

コップ・試驗管

氷・食鹽

五、水の三態變化

六、寒 暖 計

I 温度

II 寒暖計

- (兒) (一) 寒暖計の製法

III 寒暖計の目盛

- (兒) (一) 氷點と沸點と決定

I 燈火と炭火

- (教) (一) 炭火と燈火との區別

II 焔は氣體の燃ゆるとき現るるものなること

- (兒) (一) 焔の實驗

III 火の燃ゆるとき新鮮なる空氣の必要なること

- (兒) (一) 燃焼の際空氣を送ることを断てば火は消ゆること

I 酸素の製法

- (兒) (一) 酸素の製法

試驗管・コルク・硝子管・コップ

フラスコ・アルコールランプ・レトルト壺・寒暖計・漏斗・コップ・金網・氷

蠟燭・銅網・マッチ

聚氣筒・蠟燭・ランプ・線香・マッチ・ランプ

ノホヤ

鹽酸加里・二酸化マンガン・アルコールランプ・マッチ・試験

八、酸 素

II 酸素の性質

(兒) (一) 木片蠟燭等は空氣中よりも酸素中にてよく燃ゆること
(教) (二) 硫黄鐵等を酸素中にて燃すこと

驗管・試験管挟み・フラスコ・曲管・コルク・水槽・捕集瓶・杉著・マッチ・燃機匙・鐵線・硫黄・小皿・蠟燭

I 水素の製法

(兒) (一) 水素の製法

亞鉛・稀硫酸・試験管・試験管塞

I 水素の性質

(兒) (一) 水素の燃ゆること
(兒) (二) 水素の輕きこと
(兒) (三) 水素は燃て水を生ず

マッチ・コルク・硝子管・試験管・聚氣筒・曲管・コップ

I 水は酸素と水素とよりなること

(教) (一) 水素が酸素中にて燃て水を生ずること

水素發生装置・ガス溜め・乾燥器・曲管・マッチ・乾きたる硝大なる瓶・上口ある硝子鐘・及(一)に用ふる用具・水槽

一〇、水 の 成 分

(教) (一) 水素を酸素中にて燃せば酸素減少して水を生ずること

一一、空 氣 の 成 分

II 窒 素

(教) (一) 窒素中にては物の燃えざること及窒素の空氣中にある分量の實驗

上口ある玻璃鐘・水素發生装置・曲管・マッチ・水槽・黄燐・蠟燭・マッチ・針金及(一)の用具

III 空 氣 は 混 合 物 な り

I 炭 酸 ガ ス の 製 法

(兒) (一) 炭酸ガスの製法

試験管・コルク・硝子管・試験管塞

II 炭 酸 ガ ス の 性 質

(兒) (一) 石灰水に逢ふ時は白濁を生ず
(兒) (二) 重くして火は炭酸ガスに觸るれば消ゆ
(兒) (三) 水に溶けて酸味を帯びしむ

石灰水・試験管・蠟燭・マッチ・リトマス試験紙

I 炭 は 燃 ゆ る と き 炭 酸 ガ ス を 生 ず

一二、炭 酸 ガ ス

一三、燃焼によりて生ずる物

II 元素

(教) (一) 炭の燃焼するとき炭酸ガスを生ず
(兒) (二) 動植物は燃へて水と炭酸ガスを生ず

スプレー・硝子管・コップ・石灰水・漏斗・ゴム管・集気筒・石灰水・蠟燭・マツチ

I 硫黄の形態

II 硫黄の性質

(兒) (一) 硫黄を熱すれば液體氣體となり冷せば固體となること
(兒) (二) 硫黄の燃え易きこと

硫黄・試験管・試験管挟み・マツチ・アルコールランプ

一四、硫黄

III 硫黄の産出と用途

(兒) (三) 金屬と化合すること

杉箸・試験管・硫黄マツチ・アルコールランプ・試験管挟み・銀箔・ピンセット

I 石油の性質

(兒) (一) 石油の燃えて水と炭酸ガスを生ずること

小皿・漏斗・試験管マツチ・石油・石灰水

一五、石油

II 石油の精製

一六、石炭

III 石油の用途

(兒) (二) しみ抜きの實驗

揮發油・燈心・菜油

II 石炭の出來方

I 性質成分

III 石炭の用途

(兒) (一) 石炭カスの實驗

石炭・試験管・コルク・硝子管・アルコールランプ・マツチ・試験管挟み

I 亞鉛・錫

(兒) (一) 錫は亞鉛より熔け易きこと

亞鉛板と錫・アルコールランプ・坩堝挟

II 鉛

(兒) (一) 鉛は軟きこと
(兒) (二) 鉛の熔け易きこと

鉛・釘・アルコールランプ・坩堝挟

一七、亞鉛・錫・鉛

III 銹

IV 用途

一八、金

銀

I 金の産出	II 金の性質	III 用途	IV 銀の性質	I 硫酸	II 鹽酸	III 硝酸
(兒)〔一〕金の熱に侵され難きこと	(兒)〔一〕金の藥品に侵され難きこと		(兒)〔一〕銀は金よりも藥品に侵され易きこと	(兒)〔一〕動物に對する作用	(兒)〔一〕酸性反應	(兒)〔一〕動物に對する作用
				(兒)〔二〕酸性反應	(兒)〔二〕金屬に對する作用	(兒)〔二〕動物に對する作用
				(兒)〔三〕金屬に對する作用		(兒)〔三〕動物に對する作用
金箔・ピンセット	小皿・アルコールランプ・硝酸・マツチ	銀箔・小皿・硝酸・硫黄	小皿・木片・試験管・試験紙・鐵屑・亞鉛	試験管・試験紙・亞鉛・鐵・錫・マツチ	試験管・試験紙・亞鉛・鐵・錫・マツチ	小皿・木片

二一、鹽類

二〇、アルカリ

I 中和	II 苛性曹達	III アンモニヤ	IV アルカリ	I 石灰	II 苛性曹達	III アンモニヤ	IV アルカリ
(兒)〔一〕苛性曹達と鹽酸との中和	(兒)〔一〕動物に對する作用	(兒)〔一〕アルカリ性の反應	(兒)〔一〕動物に對する作用	(兒)〔一〕生石灰と水との作用	(兒)〔一〕動物に對する作用	(兒)〔一〕アルカリ性の反應	(兒)〔一〕動物に對する作用
	(兒)〔二〕アルカリ性反應		(兒)〔二〕アルカリ性反應	(兒)〔二〕消石灰の水溶液がアルカリ性の反應を呈す	(兒)〔二〕動物に對する作用		(兒)〔二〕アルカリ性反應
苛性曹達・鹽酸・試験紙・コップ	試験管・試験紙・メリス・苛性曹達・アルコールランプ・マツチ	試験管・アンモニヤ水・試験紙	試験管・アンモニヤ水・試験紙	生石灰・小皿・試験管・試験紙	試験管・試験紙・メリス・苛性曹達・アルコールランプ・マツチ	試験管・試験紙・アンモニヤ水・試験紙	試験管・試験紙・銅・鉛・硝酸

三三、重

力

II 金屬と酸より鹽類の生ずること
I 重 力

蒸發皿・五徳・アル
コイルランプ・マツ
ナ

II 物の重さ

III 鉛直線

(兒)〔一〕鉛直線の方向

錘・糸

IV 水平面

(兒)〔一〕鉛直線と水平面との關係

コップ・錘・糸・三
角定木

I 挺 子

(兒)〔一〕支點が力の働く二點の間にある挺子の釣り合ひ
(兒)〔二〕支點が一端にある挺子の釣り合ひ

二種の挺子・錘

II 挺子の理

III 挺子の應用

I 天秤の構造及び用法

天秤・桿秤・錘

三三、挺

子

二四、秤

桿秤の構造及び用法

(兒)〔一〕桿秤によりて物の重さの測り方

二五、光

I 光及發光體

II 光の直進

(兒)〔一〕光の直進すること
(二)暗箱にて小孔により像を生ずること

蠟燭・光の直進實驗
器
小孔によりて像を生
ずる器械

I 光の反射の法則

(兒)〔一〕反射及反射の法則

平面鏡・方眼紙・畫
板

II 散 光

I 一點より發する光の反射

(兒)〔一〕光點と其の像及び兩者の反射面に對する位置の
關係

平面鏡・畫板・方眼
紙

II 平面鏡によりて生ずる像

(兒)〔一〕實物と像とは鏡に對して對稱なること
(兒)〔二〕實物と像とは左右相反すること
(教)〔一〕平面鏡によりて生ずる像と實物との關係

平面鏡・畫板
方眼紙・蠟燭
硝子の障子

二七、平 面 鏡

二八、光の屈折

I 光の屈折

- (兒)〔一〕空氣より硝子に入る時の光の屈折
- (兒)〔二〕硝子より空氣に出づる時の光の屈折
- (兒)〔三〕水中の物體の浮きて見ゆること
- (教)〔一〕光の屈折すること

I 音の源

- (教)〔一〕發音體の振動すること

I 音の傳はること

- (教)〔一〕眞空鈴の實驗
- (兒)〔二〕音の傳はること

III 音の速さ

IV 音の強弱

- (教)〔一〕振幅の大なる程音の強きこと
- (兒)〔二〕ゴム膜を張りて音の強弱の實驗

V 音の高低

- (教)〔一〕張力の大なるとき又弦の短き程音の高きこと
- (兒)〔二〕ゴム膜を張りて音の高低の實驗

厚硝子板

畫板・方眼紙

茶碗

光の屈折實驗器

音叉・振子・二弦琴
胡弓

眞空鈴・排氣機

ゴム膜

三〇、磁

石

I 磁石の鐵を引くこと

- (兒)〔一〕磁石の鐵を引くこと

II 磁石の南北を指すこと

- (兒)〔一〕磁針にて南北を指すことの實驗

III 磁石相互の作用

- (兒)〔一〕二本の磁針にて磁石相互の作用の實驗

I 電氣の起ること

- (兒)〔一〕發電の實驗

氣

II 陰陽二種の電氣

- (兒)〔一〕陰陽兩電氣相互の作用

III 導體不導體

- (教)〔一〕電氣の移動すること
- (教)〔二〕導體と不導體の實驗

流

I 電流及電池

- (兒)〔一〕電流の磁氣作用

II 電流の強弱

磁石・釘
鐵粉・磁針

發電用硝子棒・絹布・
猫皮・エボナイト・
吊し蓋・燈心・金屬
發電棍・驗電器・導
線・コップ

電池・電磁石・抵抗
實驗器・電流計

三三、電 信 機

I 電磁石

(教) (一) 電流の強さと導線の長さ種類、太さとの關係

(兒) (一) 電磁石の實驗

II 電信機

(兒) (一) 電信機の實驗

電池・押し釘・電磁石・釘・受信機・導線・電報用紙

三四、鹽 酸

I 鹽酸ガス

(兒) (一) 鹽酸ガスの製法

(教) (二) 鹽化水素の水によく溶けること

II 鹽 酸

(兒) (一) 鹽酸の製法

(兒) (二) 酸性反應

(三) 金屬に對する作用及金屬と化合して水素を發すること

試験管・木栓・曲管
アルコールランプ・
試験管挟み・食鹽・
硫酸・水・試験紙・
亞鉛屑・鐵屑・マツ
チコップ

三五、鹽 素

I 鹽 素

(兒) (一) 鹽素の製法

(兒) (二) 鹽素の漂白作用

(教) (三) 金屬に對する作用

試験管・試験管挟み・
アルコールランプ・
キツプの裝置・水素
燃焼用曲管・木栓・
曲管
濃鹽酸・二酸化マン

三六、ナトリウム
苛性ソーダ

I ナトリウム

(教) (一) ナトリウムと水と作用して苛性ソーダを生ずること

(教) (二) ナトリウムは水と作用して水素を發すること

II 苛性ソーダ

(兒) (一) 食鹽水を電解して苛性ソーダの製法

III 食鹽の成分

I 炭酸ソーダの成生

(教) (一) 炭酸ソーダの製法

II 炭酸ソーダの性質

(兒) (一) アルカリ性反應

(兒) (二) 炭酸ソーダより炭酸ガスを生ずること

I 用 途

II 鹽酸ガスの成分

(教) (一) 鹽素中にて水素を燃して鹽化水素を生ぜしむること

カン・銅線・インキ
にて書ける紙片・軟
かき葉・亞鉛・稀硫
酸・マツチ

コップ・ピンセット
小皿・小刀・電池・押
し釘・試験管挟み・
レトルト壺・溶液電
解裝置・ナトリウ
ム・食鹽水・リトマ
ス液・マツチ

炭酸ガス發生器・ピ
ーカー・アルコール
ランプ・試験管・リ
トマス試験紙・苛性
ソーダ・水・鹽酸・
マツチ・炭酸ソーダ・
蠟燭・捕集瓶・アン
モニヤガス發生裝
置

三八、カリウム

I カリウム

(教) (一) カリウムの性質

II 鹽化カリ

III 苛性カリ

IV 炭酸カリ

(兒) (一) 灰汁のアルカリ性反應

(兒) (二) 灰汁に鹽酸を注ぎて炭酸ガスの生ずること

V カリとナトリウムとの判別、

(教) (一) 焰識判別の實驗

I マグネシウム

(兒) (一) マグネシウムは燃て白色灰状物となること

II マグネシウムと酸との作用

(兒) (一) マグネシウムの鹽酸にとくること

(兒) (二) 酸化マグネシウムの鹽酸にとくること

III カルシウム

小皿・コップ・小刀
試験管・焰識反應實
驗器・ピーカー・
アルコールランプ
カリウム・灰汁・鹽
化カリ・鹽酸・試験
紙・水・食鹽・苛性
カリ・五徳

小皿・試験管・ピン
セット
マグネシウム・鹽酸
生石灰・鹽酸・マグ
ネシウム・鹽化カル
シウム・マツチ

四〇、亞硫酸ガス

I 亞硫酸ガス

(兒) (一) 生石灰の鹽酸にとくること

I 硫酸

(教) (一) 亞硫酸ガスの發生及其の漂白作用

I 硫酸

(兒) (一) 硫酸の金屬に對する作用

(兒) (二) 銅と化合して亞硫酸ガスを發し硫酸銅を生ず

I 硫酸銅

(教) (一) 硫酸銅の製法

(兒) (一) 結晶水を失へば白色の粉末となるも水を加ふれば又青色となること

(兒) (三) 銅メッキ

II 硫酸鐵

(兒) (一) 茶又は五倍子等によりて黒色となること

III 硫酸亞鉛

IV 石膏

(教) (一) 石膏にて細工物を作ること

硝子鐘・坩堝・試験
管・試験管挟み・ア
ルコールランプ・硫
黄・硫酸・亞鉛・鐵片・
銅・鉛・軟かき葉又
は花・マツチ・
燃焼匙・空氣筒

アルコールランプ・
ピーカー・五徳・蒸
發皿・漏斗・漏斗臺・
試験管・試験管挟み・
銅・亞鉛・硫酸・石
膏・燒石膏・茶・綠
礬・鹽酸・硫酸亞鉛
濾紙・マツチ・水・
釘・電池・コップ・
木炭・粘土

四二、アルミニウム明礬

I アルミニウム

II 硫酸アルミニウム

(兒)〔一〕アルミニウムと硫酸との作用

III 明礬

(教)〔一〕明礬の製法

(兒)〔二〕明礬の淨水作用

I 燐

(教)〔一〕燐を燃焼せしむること

II 燐酸

(教)〔二〕五酸化燐の水溶液の酸性反応を呈すること

III 燐酸鹽

IV マツチ

I 力の働

(兒)〔一〕力を加ふれば物體は運動又は靜止すること

コップ・ビーカー・五徳・アルコールランプ・試験管・漏斗・濾紙・アルミニウム硫酸・試験管・明礬硫酸アルミニウム・硫酸カリウム・水・マツチ・色素

燐焼匙・アルコールランプ・聚氣筒・小刀・小皿・火箸・黄燐・赤燐・マツチ試験紙・燐酸カルシウム

實驗用錘・竹片

四四、力

II 同一物體に強さの異なる力の働くとき

(兒)〔一〕同一物體にても大なる力を與ふればより速かに運動すること

III 同一の力の重さの異なる物體に働くとき

(兒)〔二〕同一の力にても大なる物體に働くときよりも小なる物體に働くときの方運動速かなること

I 靜止せる物體

II 運動を始むる物體

(兒)〔一〕靜止の状態に於ける慣性の實驗

III 運動を起したる物體

(兒)〔二〕運動の状態に於ける慣性の實驗

IV 物體の慣性

I 方向の變化

(兒)〔一〕運動せる物體の方向の變化

II 圓運動

(兒)〔二〕遠心力の實驗

石・糸・厚紙・コップ・木片・實驗用錘・弓

重き球・板

遠心力實驗器

<p>五三、摩 擦</p> <p>III 器械の利害</p> <p>II 器械の摩擦</p> <p>I 摩 擦</p> <p>(見) (一) 摩擦の種類と其の関係 (見) (二) 面の滑なる程摩擦力小なること</p>	<p>五二、器械と仕事</p> <p>III 器械は仕事を増さず</p> <p>II 仕事</p> <p>I 力の働く点と動く距離との関係</p> <p>(教) (一) 滑車によりて錘りと釣り合ふ力の小なる程其の動く距離は小となることの實驗</p>	<p>五一、斜面螺旋</p> <p>II 螺旋</p> <p>I 斜 面</p> <p>(見) (一) 斜面の實驗</p> <p>(教) (二) 動滑車の實驗</p>
斜 面・錘	滑 車・錘	斜 面・錘

<p>五〇、滑 車</p> <p>I 滑 車</p> <p>(教) (一) 定滑車の實驗</p>	<p>四九、輪 軸</p> <p>II 應 用</p> <p>I 輪軸による力の釣合</p> <p>(教) (一) 輪軸による力の釣り合</p>	<p>四八、働と反働</p> <p>II 働と反働との實例</p> <p>I 働と反働</p> <p>(見) (一) 働と反働とは相等しく其方向相反すること</p>	<p>四七、二力の組合</p> <p>III 二力の方向反對なる場合</p> <p>(見) (一) 一點に働く反對の方向の二力の釣り合</p> <p>II 二力の方向同一なる場合</p> <p>(見) (二) 一點に働く二力の釣り合</p> <p>I 二力方向の異なる場合</p> <p>(見) (一) 方向異なる二力が同一物體に働するときの運動 (見) (二) 一點に働く二力の釣り合</p>
滑 車・錘	輪 軸・錘	ゴ ム 線・錘・竹 片	ゴ ム 線・重 球

五四、液體の壓力

I 液體は其の壓力を各方に傳ふること

(教) (一) 傳力を傳達する實驗

II 液體の壓力

(兒) (一) 側壓力のあると及側壓力は深さに比例すること

(兒) (二) 上壓力のあること

(兒) (三) 下壓力のあること、上壓と下壓とは相等しきこと

III 液體の壓力は同じ深さに於ては相等しきこと

(教) (一) 等底の器なれば形の如何に關せず其の下壓力は深さ等しければ皆相等しきこと

IV 液體の釣合

(教) (一) 通底水平器の實驗

I 密度

II 比重

(兒) (一) 水中に沈める物體は重さを減すること

(兒) (二) アルキメデス原理の實驗

(兒) (三) 比重の測定

壓力傳達實驗器・側壓力實驗器・通底水平器・上下壓力實驗器・底壓實驗器・水

天秤・アルキメデス原理實驗器・曲管・コップ・小石・桿秤糸・鉛・雞卵・浮沈子・食鹽水・圓筒

五六、石油

III 物體の浮沈

(兒) (一) 浮沈子の實驗

I 蒸溜

(兒) (一) 石油を原油より蒸溜すること

(兒) (二) 石油の成分

II 揮發油

(兒) (一) 揮發油の揮發し易きこと

(兒) (二) 揮發油の發火し易きこと

(兒) (三) しみ抜きの実験

III 重油石蠟ワゼリン

IV 炭化水素

I セルロイド

綿火藥、セルロイド

(教) (一) 綿火藥の製法

III 澱粉

試驗管・試験管挟み
アルコールランプ・マツチ・原油・石油
揮發油・小皿・重油
石蠟・ワゼリン・曲管・木栓・石灰水・漏斗・マツチ

試驗管・試験管挟み
ワサビオロシ・ピーカー・アルコホルランプ・コップ・五徳
漏斗・水・砂糖・麥芽糖・葡萄糖・澱粉
硫酸銅・苛性ソーダ

五七、炭水化物

五八、アルコール

- IV 糊 精
 - (教)〔一〕澱粉の製法
 - (兒)〔二〕澱粉糊の製法と澱粉と沃度との反應
- V 麥芽糖
 - (教)〔一〕澱粉の麥芽糖に變ずること
- VI 葡 萄 糖
 - (教)〔一〕澱粉より葡萄糖を作ること
 - (兒)〔二〕葡萄糖の還元作用の實驗
- VII 砂 糖
 - (兒)〔一〕アルヘイ糖の製法
 - (兒)〔二〕砂糖・澱粉・麥芽糖等の成分の實驗
- VIII 炭水化物
 - I アルコール
 - (兒)〔一〕清酒よりアルコールの蒸溜
 - (兒)〔二〕アルコールの發火し易きこと
 - (兒)〔三〕アルコールの溶媒となること

糊精・ゲアスターゼ
大理石片・硫酸・石
灰水・マツチ・沃度
液・綿・硝酸

試験管・木栓・曲管
試験管挾・アルコー
ルランプ・沃度・
ヒーカー・五徳・石

五九、醋 酸

六〇、脂 肪 油

- II 酒 類
 - (兒)〔四〕アルコールの成分
 - (兒)〔五〕アルコールの沸點は水より下きこと
- I 醋 酸
 - (兒)〔一〕酸性反應の實驗
 - (兒)〔二〕鉛白の製法
- II 酢
 - (兒)〔一〕ラムネの製法
- III 普通の有機酸
 - (兒)〔一〕ラムネの製法
- I 脂 肪
 - (兒)〔一〕石鹼のアルカリ性反應
 - (兒)〔二〕硬水の石鹼に對する作用
- II 油
 - (兒)〔一〕石鹼のアルカリ性反應
 - (兒)〔二〕硬水の石鹼に對する作用
- III 乾性油
 - (兒)〔一〕石鹼のアルカリ性反應
 - (兒)〔二〕硬水の石鹼に對する作用
- IV 石 鹼
 - (兒)〔一〕石鹼のアルカリ性反應
 - (兒)〔二〕硬水の石鹼に對する作用

灰水・アルコール・
清酒・マツチ

試験管・醋酸・醋・
試験紙・炭酸ソーダ
醋酸鉛・酒石酸・重
炭酸ソーダ

アルコールランプ・
五徳・ヒーカー・試
験管・鹽化カルシウ
ム・石鹼・脂肪・種
油・アマニ油・硫酸
苛性ソーダ・食鹽水
マツチ・試験紙

六一、蛋白質

- V 脂肪酸 (教) (三) 石鹼の製法
- (兒) (一) 石鹼に硫酸を加へて脂肪酸を作ること
- VI 成分
- I 蛋白質の性質
- II 食料としての蛋白質
- III 蛋白質の反應
 - (兒) (一) 蛋白質の熱によりて凝固すること
 - (兒) (二) 蛋白質を熱すときは炭を残して一種の悪臭を發すること
 - (兒) (三) 蛋白質の硫酸に對する反應
 - (兒) (四) 蛋白質の苛性ソーダに對する反應
- IV アンモニヤ、尿素、硝酸
 - (兒) (一) 尿素・蛋白質と苛性ソーダとよりアンモニヤを生ずること
- I 傳導

試験管・試験管挾・アルコールランプ・鶏卵・羽毛・膠・硝酸・硫酸銅・苛性ソーダ・尿素・試験紙・マツチ・アルコール

六二、傳導、對流、輻射

- II 對流
 - (兒) (一) 銅線に熱の傳導すること
 - (兒) (二) 物質によりて傳導するに遲速あること
 - (兒) (一) 對流の實驗
 - (兒) (二) 水の不導體なること
- III 輻射
 - (兒) (一) 輻射の實驗
 - (兒) (二) 黒き者は他の者よりよく輻射熱を吸收すること、及、よく吸收するものはよく輻射すること
- I 大氣
 - II 大氣の壓力
 - (教) (一) 空氣に重さあること
 - (教) (二) トリセリーの實驗
 - (兒) (三) 大氣に上壓及側壓あること
 - I 大氣の溫度
 - II 大氣中の水蒸氣

銅の棒・鐵の棒・ガラス棒・小豆・蠟燭・アルコールランプ・試験管・ビーカー・五徳・フラスコ・硝子管・木栓・着色水・曲管・針金のつきたる鐵球・銅網・鋸屑・樟腦

トリセリーの實驗器
試験管・ハガキ片・天秤・ゴム栓をさせるフラスコ・コップ・水銀・水・アルコールランプ・マツチ
寒暖計・乾濕球溫度計・水・コップ・硝子鐘・皿

六四、大氣の溫度と濕度

III 空氣の乾濕
(兒)〔一〕空氣中に水蒸氣のあること

IV 濕度計

(兒)〔一〕溫度の測定
(教)〔二〕蒸發に熱を要すること

I 大氣中の水蒸氣の變化

(兒)〔一〕露及霜の生ずること

六五、天氣

II 大氣の壓力の變化

III 風

IV 天氣豫報

I 吸上ポンプ

(兒)〔一〕吸上ポンプの實驗

II 押上ポンプ

III 消火ポンプ

(教)〔一〕消火ポンプの實驗

乾濕球溫度計の表
蒸發熱實驗器・エーテル

コップ・寒暖計・食鹽・水

吸上ポンプ・押上ポンプ・消火ポンプ・水・コップ

六七、蒸氣機關

I 密閉器中にて沸騰せる水より發する水蒸氣の張力

(教)〔一〕蒸氣張力の實驗

II 蒸氣機關

I プリズムに於ける光の屈折

(兒)〔一〕プリズムに於ける光の屈折の實驗

II 光の分散

(兒)〔一〕光の分散の實驗

III 分散したる光を集むること

(教)〔一〕色消しプリズムの實驗

I 凸レンズ

(教)〔一〕凸レンズの集點の實驗

II 凸レンズを通過する光の屈折の有様

III 凸レンズによりて生ずる像

(教)〔一〕凸レンズによりて生ずる實像

(教)〔二〕實像の大小とレンズよりの距離並に實物との關係

曲管・水銀・木栓・空き瓶・蒸氣張力實驗器・エーテル・ヒストン・説明器・蒸氣機關・アルコールランプ・マツチ

プリズム・色消しプリズム・畫板・白紙・七色回轉板

凸レンズ・蟲眼鏡・蠟燭・白紙・實驗用の暗箱

七〇、凹レンズ

- I 凹レンズ
 - (見) (三) 凸レンズによりて生ずる虚像
 - (教) (一) 凹レンズを通過する光は皆發散すること
 - (見) (二) 凹レンズによりて生ずる虚像
- II 眼鏡の理
 - (教) (一) 眼鏡の理の實驗

凹レンズ・蠟燭・白紙・凸レンズ

七一、光學上の器機

- I 凸レンズの集點距離
- II 蟲眼鏡
 - (見) (一) 蟲眼鏡の使用法
- III 顯微鏡
- IV 望遠鏡と双眼鏡

凸レンズ・白紙・蠟燭・蟲眼鏡・顯微鏡・望遠鏡・双眼鏡

七二、電氣感應

- I 電氣盆
 - (教) (一) 電氣盆の實驗と電氣感應の實驗
 - (教) (二) 感應授電
- I 蓄電

電氣盆・猫皮・驗電器

七三、蓄電放電

- II レーデン瓶
 - (教) (一) 蓄電板の實驗
 - (教) (二) レーデン瓶の實驗
- III 放電
 - (教) (一) 放電の實驗
 - (教) (二) 放電の生理的作用
 - (教) (三) 放電の器械的作用
 - (教) (四) 放電の化學的作用
 - (教) (五) 放電の發熱作用

起電機・蓄電板・レーデン瓶・針金・銀ガラス棒・放電叉・厚紙・エーテル・澱粉・沃度加里

七四、雷電避雷針

- I 電光雷鳴
- II 落雷
 - (教) (一) 避雷針の理
- III 避雷針
- I 電池
- II 電流の發熱作用

起電機・驗電器・金屬板・鎖

避雷針

電池・ダイナモ・鐵線・木炭・電燈裝置

七五、電 燈

(見)〔一〕白熱燈の實驗
(見)〔二〕弧燈の實驗

III 電 燈

I 電鈴の構造

七六、電 鈴

II 電鈴の作用

(見)〔一〕電鈴の理の實驗

III 押 鈕

七七、電 話 機

I 電話機の構造及作用

(見)〔一〕微顯音機と受話機とにて電話機の理の實驗

I 電動機

七八、モーター

II 電 車

(見)〔一〕モーターの實驗

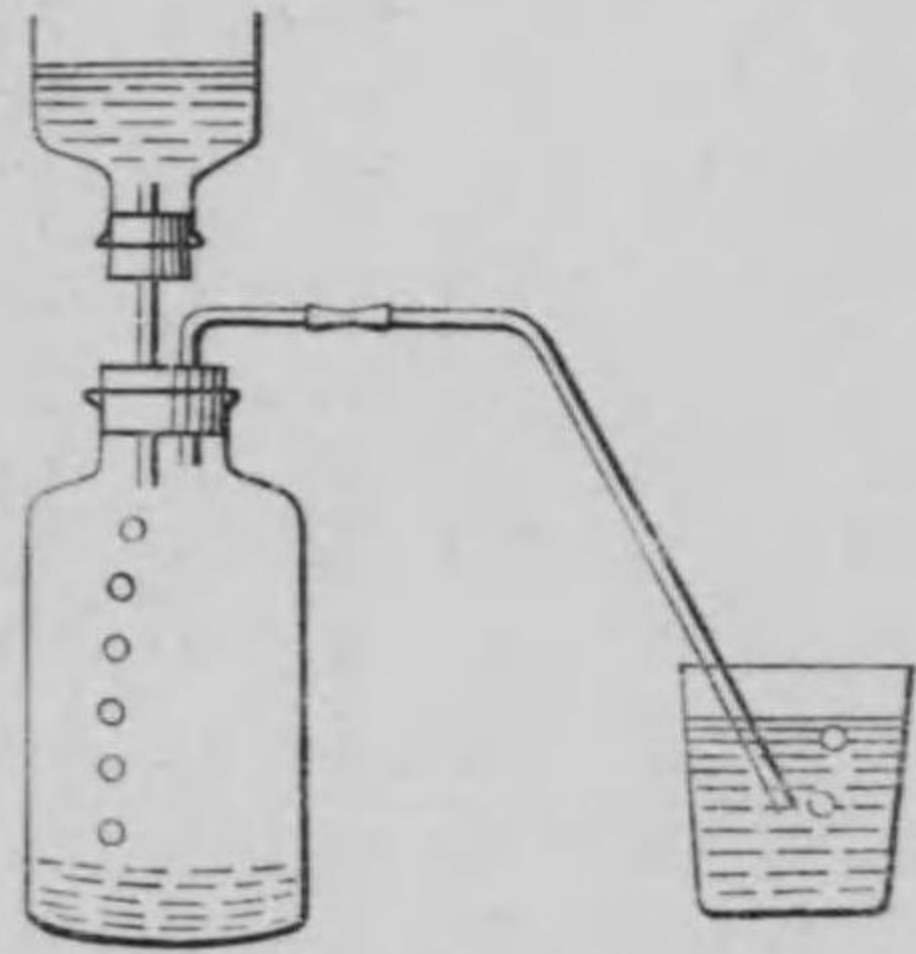
III ダイナモ

電鈴・押鈕・導線・電池

微顯音機・受話機・電池・導線

ダイナモ・電車・モーター・導線・電池

圖 一 第



(一) 空き瓶を中途より切斷して、漏斗狀とし、之に硝子管を通したる

一 空氣は場所を占むる實驗

第一章 空氣の性質

第二編 物理實驗

コルクを嵌め、其の硝子管の一端を、空き瓶 (又はフラスコ)の口に施したるコルクに通し、圖に示すが如き装置を作り、コップの水中に、瓶のコルクに通したる、曲管の一端を開かしめ、漏斗管に水を入るときは、水の瓶に入るに從て、曲管の端口よりは氣泡の出るを見る。

又曲管の端口を、水より出して、指にて押ゆれば、水は瓶中に入らざるも、指を去れば、同時に水は瓶内に入るべし。

(二) 瓶口に曲管と直管とを通せるコルクを嵌めて、圖に示すが如き装置を作り、瓶に水を満して、曲管の一端を吸へば、水は其の端より流出し、同時に直管の端より氣泡水中に上昇するも、直管の一端を指にて押ゆれば、水の流出は止み、指を放てば又氣泡の上ると共に、水は流出すべし。

第 二 圖



此の兩實驗に依て、水を入れるれば空氣は押し出され、空氣を入れるれば水は押し出されて、空氣は場所を占むること、及び空氣と水との兩者が同時に同一の空間を占有し能はざることを知る

二 兒童に課す空氣は場所を占むる實驗

試驗管の底に、小孔を吹きあけたるものと、コップとを、兒童各組に與へ、其の小孔を指にて押へ、コップの水中に倒立せしむるも、水は管内に入ることなし。然れども指を去り空氣を逃れしむれば、直ちに水は管内に入るべし

依て空氣は場所を占むること、及び物質は不可入性を有することを知らしむべし

三 空氣は彈性體なる實驗

(一) 太硝子管にて空氣銃を作り、其の一端にコルクを嵌め、他端より他の氣密なるコルクを押し入れるれば、容易に管内の空氣は壓縮せらる、而して十分壓縮すれば、遂に他端のコルクは押し出さる。此の際烈しき音と微かなる白き煙とを發す、前者は、空氣の一時的の振動により、後者は、管内に壓縮せられたる空氣が、急に膨脹するが爲めに冷却し、其の内にある水蒸氣が微細なる水滴となりて、表はるるによるなり

(二)

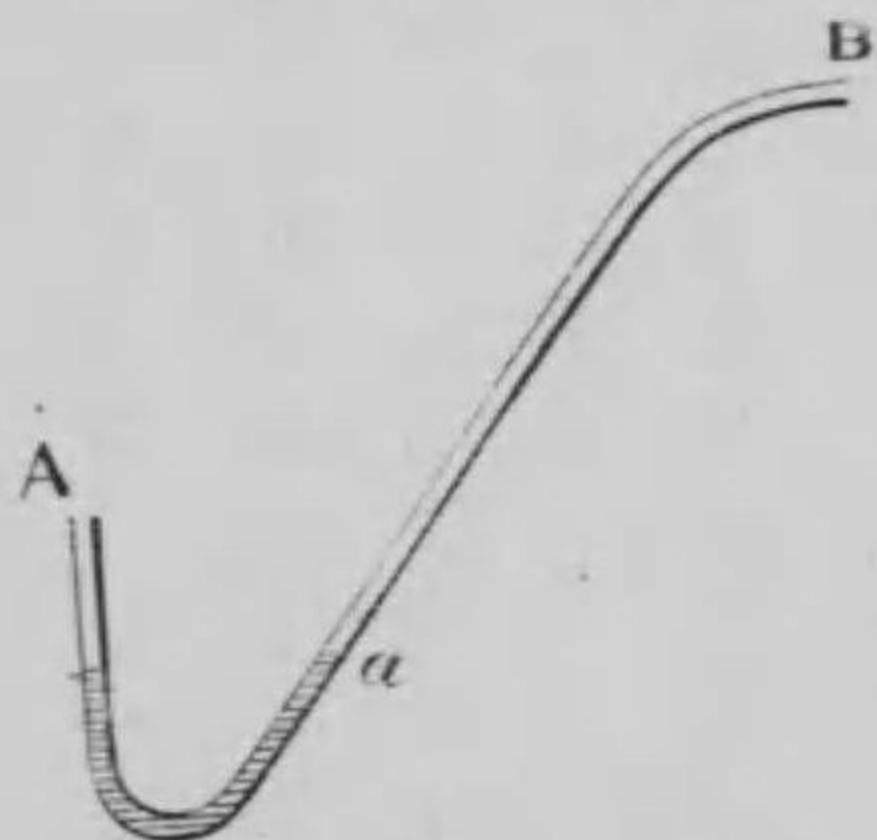
圖 三 第



空き瓶に硝子管を通したる木栓を嵌め、其の硝子管の一端に、ゴム管にて他の尖端を有する硝子管を連結したる圖の如き装置を作り、瓶に水を入れ、尖端より呼氣を送入し、ゴム管を押して口を去りたる後、ゴム管を弛むれば、瓶内の水は尖口より噴出すべし。此の兩實驗によりて空氣は彈性體なることを知る。

四 兒童に課す空氣に彈性ある實驗

圖 四 第



圖の如き曲管を取り、之を兒童各組に與へ、其の彎曲部に水を入れ、一端Bを指にて押へ、他端Aを口にして呼氣を送らしむれば、指と水との間にある空氣は、壓縮せらるるも、呼氣を送らざれば、又舊の體積に復す。依て空氣に彈性あることを知らしむべし。

五 空氣には重さある實驗

半磅大の圓底フラスコを取り、少量の水を入れて徐々に加熱し、十分沸騰せしめ、其の水蒸氣によりて、フラスコ内の空氣を驅除し、速にゴム栓を氣密に嵌め、フラスコを冷却せしめ、天秤にて之を秤量し、ゴム栓を抜きてフラスコ内に空氣を入れ、更に秤量すれば其の前後に於ける分銅の差は、明かにフラスコに入りたる、空氣の重さなり。

又最初に秤量したる分銅を其の儘とし、空氣を入れたるフラスコを舊の皿に載すれば、天秤の秤は傾きて、容易に空氣にをもさあることを知る。

若し又稍々正數に其の重量を測定せんと欲せば、前述の如くに二度秤量し、其の差をDとし、剋度管により水を入れて、空氣のありたる部分の體積を測り、之をVとし、一リットルの重量をWとせば

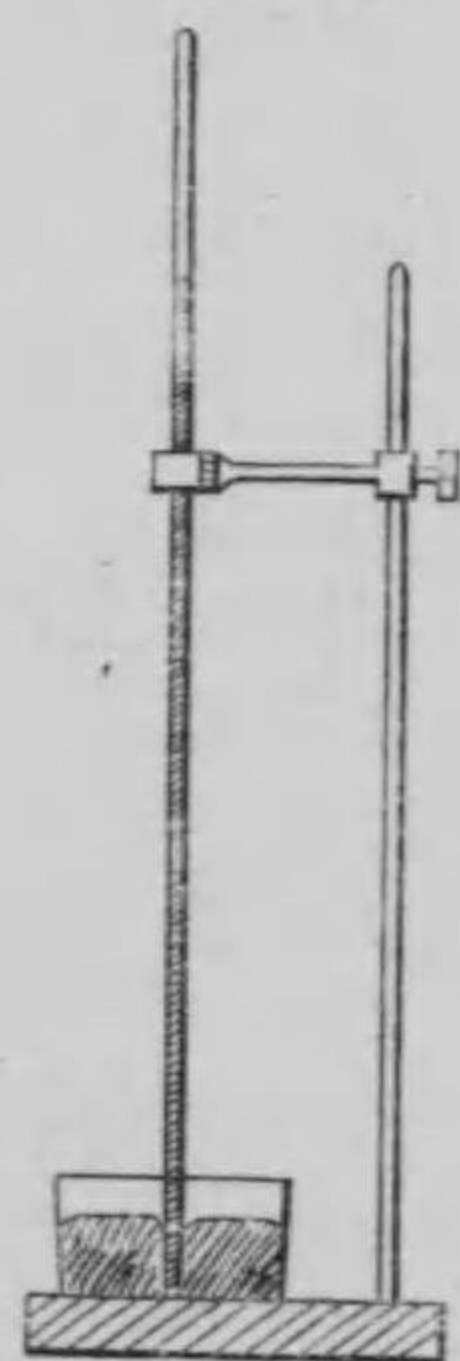
$$W = 1000 \times \frac{D}{V}$$

にして、一二九三瓦と略々一致するを見る。
又一升の重量を a とせば

$$a = W \times \frac{64827}{1089}$$

六 空 氣 に 下 壓 力 有 る 實 驗

圖 五 第

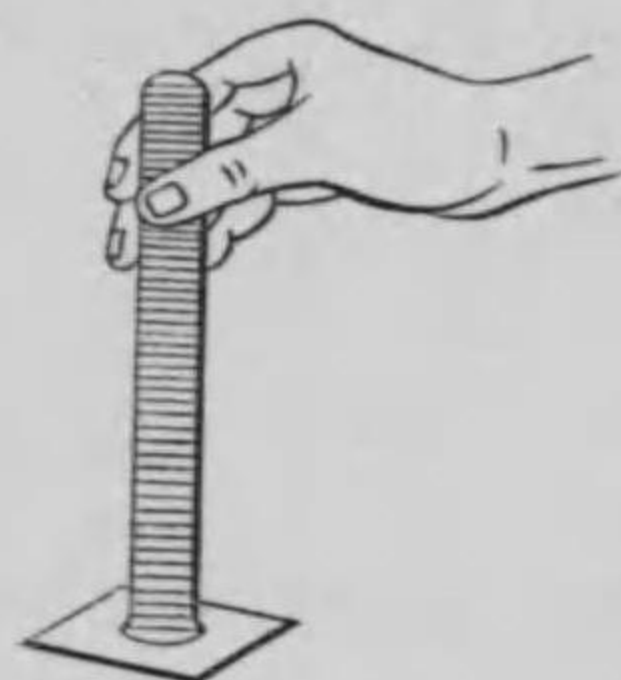


長さ三尺許りの硝子管の一端を閉ぢ、之に水銀を満たし、右手の食指にて其の管の端口を押へ、水銀槽中に倒立すること圖の如くすれば、水銀は、約二尺五寸の所まで下りて静止するを以て、空氣に下壓力あることを知る。若し水銀の高さが、水銀面より七十六厘の所まで降りて静止せる者とし、一平方厘に及ぼす下壓力の大きさを W' とせば

$$W' = 13.6 \times 76$$

故に一寸平方に及す下壓力を W'' とせば、

圖 六 第



更に W'' 瓦を貫目にて表はしたるものを、 W とせば
依て一寸四方の所に及す大氣の下壓力は、約二貫五百三十多なることを知る。

$$W'' = 13.6 \times 76 \times \frac{10000}{1089}$$

$$W = 13.6 \times 76 \times \frac{10000}{1089} \times \frac{4}{15} = 2531 \text{ 瓦}$$

七 兒 童 に 課 す 空 氣 に 上 壓 側 壓 有 る 實 驗

試驗管に水を満たし、豫め與へ置ける、方一寸位の葉書片を、其の口に當て、之を軽く押へ、試験管の底部を支持して、コップ上にて徐々と之を傾け、遂に倒にすること、圖の如くなさしむるも、紙は管口に吸ひつきて、水も紙も落ちざるべし。依て空氣には、上方及び側方に壓する力あることを知らしむべし。

又一尺許りの硝子管を兒童各組に與へ、其の一端

を口にし、他端をコップの水中に挿入して吸ふときは、水は管中に吸ひ揚がるべし。此の際舌端によりて、口中の管端を押へ、右手の拇指を手早く舌と交換せしめて管を水中より引き出しても、水は流出することなし。然れども拇指を弛むれば直ちに水は管外に流れ出す、此の實驗によりても亦上壓のあることを知らしむべし。

第二章 大氣の壓力を利用せる器械

一 兒童に課すポンプの實驗

ランプのホヤの一端に、適當せるコルクを取り、其の中央に小孔を穿ち、其の上の孔より稍大なる薄き、銅板を置き、之を短き針金にて軽く壓へてコルクをホヤの口に嵌め、更にホヤの他の口よりも稍々小なるコ

ルクの中央に小孔を穿ち、其の上を被ふて狭き膀胱膜を張り、之に針金の柄をつけ、且つ僅かに布片を巻き付けて、ホヤの口に適當ならしめたる者を作りて、兒童各組に與へ、之をコップに取りたる水中に立て、針金の柄によりて、コルクをホヤ内を上下せしむれば、水は次第と昇り來るべし。而して針金の柄のつきたる活塞を上ぐる時は、水は下底の辨を押し開きて筒中に入り、活塞を下ぐる時は、下底の辨は閉ぢ、活塞に於ける膀胱膜の間より、水は其の上に昇るべし。

依て吸上げポンプの理を知らしむることを得べし。
 吸上ポンプの理を知る時は、押し上げポンプ、消火ポンプの作用は、容易に理解せしむることを得べし。

二 排氣機の使用法

(一) 活塞を上下すべき圓筒の良否と、鐘を載する板と鐘との接合の可否を検すべし。之をなすには、鐘をのする盤の中央に挿したるネヂを抜

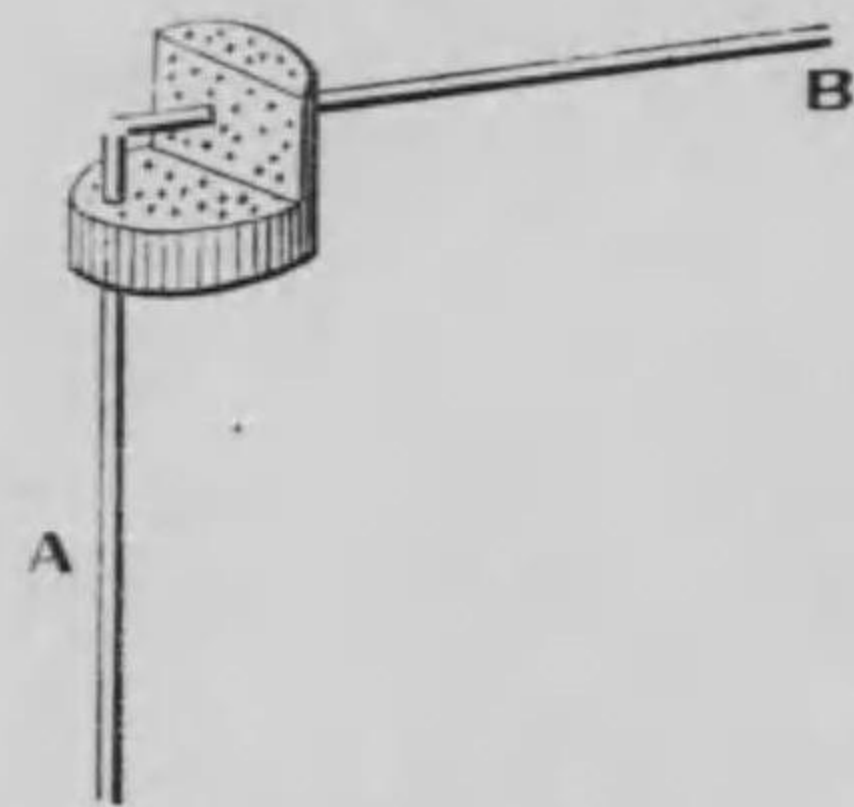
き、盤上に水を入れたるコップを置きて其の中に試験管を倒立し、鐘にて之を覆ひ、活塞を働かしむべし、圓筒完全にして且つ盤と鐘との接合十分なれば、試験管中の空氣は水中に泡出すべし。

(二) 空氣の下壓力試験器に、蒲草紙を水にて濕したる者を糸にて張り、之を盤上に置き、活塞を上下せしめて、空氣を排除すれば、蒲草紙は、空氣の下壓力の爲めに押し破らる。

(三) 膀胱の口を糸にて結びたる者を鐘中に入れ、鐘内の空氣を排除すれば、膀胱は膨大すべきも、活栓を開きて空氣を鐘中に入れば、直ちに收縮す。依て空氣は外部の壓力によりて、其の體積を容易に變ずることを知る。

(四) 連通瓶を鐘内に置きて、鐘中の空氣を除去すれば、密閉せる瓶内の水は、次第と他の瓶に移るべきも、活栓を開きて、空氣を鐘中に入れば、水は曲管を経て、舊の瓶に復すべし。

第 七 圖



(五) マグデブルグの半球を、盤の中央にある孔に立て、其の内の空氣を排除し、之を兩方より引くも、容易に離れざるべし。依て空氣の壓力の大なることを知る。

(六) 真空噴水實驗器を、盤の中央にある小孔にネヂ込み、其の中の空氣を除去し、活栓を閉ぢ、水中に入れて活栓を開けば、水は其の口より筒中に噴出すべし。

三 兒童に課す霧吹きの実験

圖の如く、硝子管をコルクに通して其の口が互に直角をなすが如く組み合せたる霧吹きを、兒童各組に與へ、コップの水中に、其の一枝Aを入れ、他のB口より強く呼氣を送らしむれば、水は水中に入れられたる管を上昇して、霧となる。依て霧吹きの理を知らしむることを得べし。

第三章 水の性質

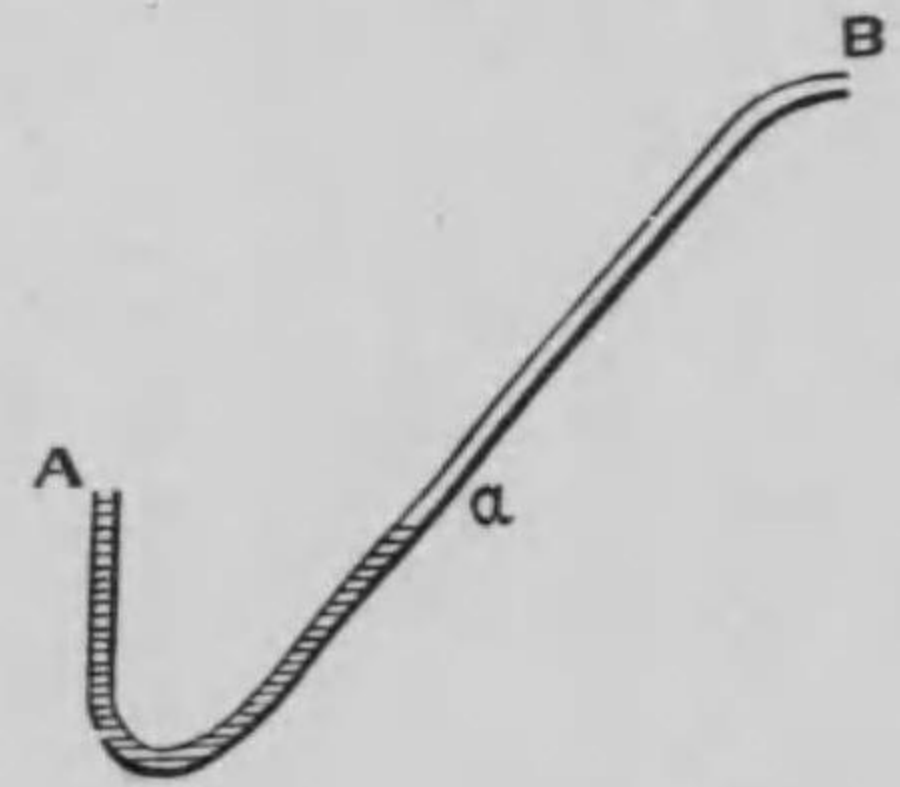
一 水は形を變じ易き實驗

瓶・コップ・皿等の如何なる器に水を入れるも、皆其の器の角々にまで入り込みて、容易に其の形を變すべく。且つ器の開きたる部分に於て、空気と接する表面を生ず。之を自由の面と云ふ。自由の面の生ずること並に形を變し易きことは、水及び一般の液體の特性なり。

二 兒童に課す水平面の實驗

コップに七分目程水を入れ、之が静止したるとき、糸に吊したる錘を靜かに水中に下げて、三角定木、又は矩形をなせる者の、直角の一邊を、糸に接して、下げしむれば、他の邊は水面と一致すべし。更にコップを傾

第 八 圖



け、錘の方向と、水面との關係を實驗觀察せしむるも、前回と異ならざるべし。依て水の表面は、重力の方向と、直角をなすことを知らしむべし。

三 兒童に課す水は壓縮し難き實驗

水の壓縮し難きことを、兒童に實驗せしむるには、圖の如き、空氣の彈性を實驗するに用ひたる曲管の、短枝に水を滿し、長枝の水面aに標を附けしめたる後、指にて短枝の端Aを押へ、長枝の端Bより呼氣を送りて壓迫せしむるも、長枝に附したる標は何れへも移動せざるべし。依て水は、甚だ壓縮し難きことを知らしむべし。

四 兒童に課す水は壓力を各方に傳ふる實驗

(一) 膀胱と、木綿針とを兒童各組に與へ、膀胱をバケツに取りたる水

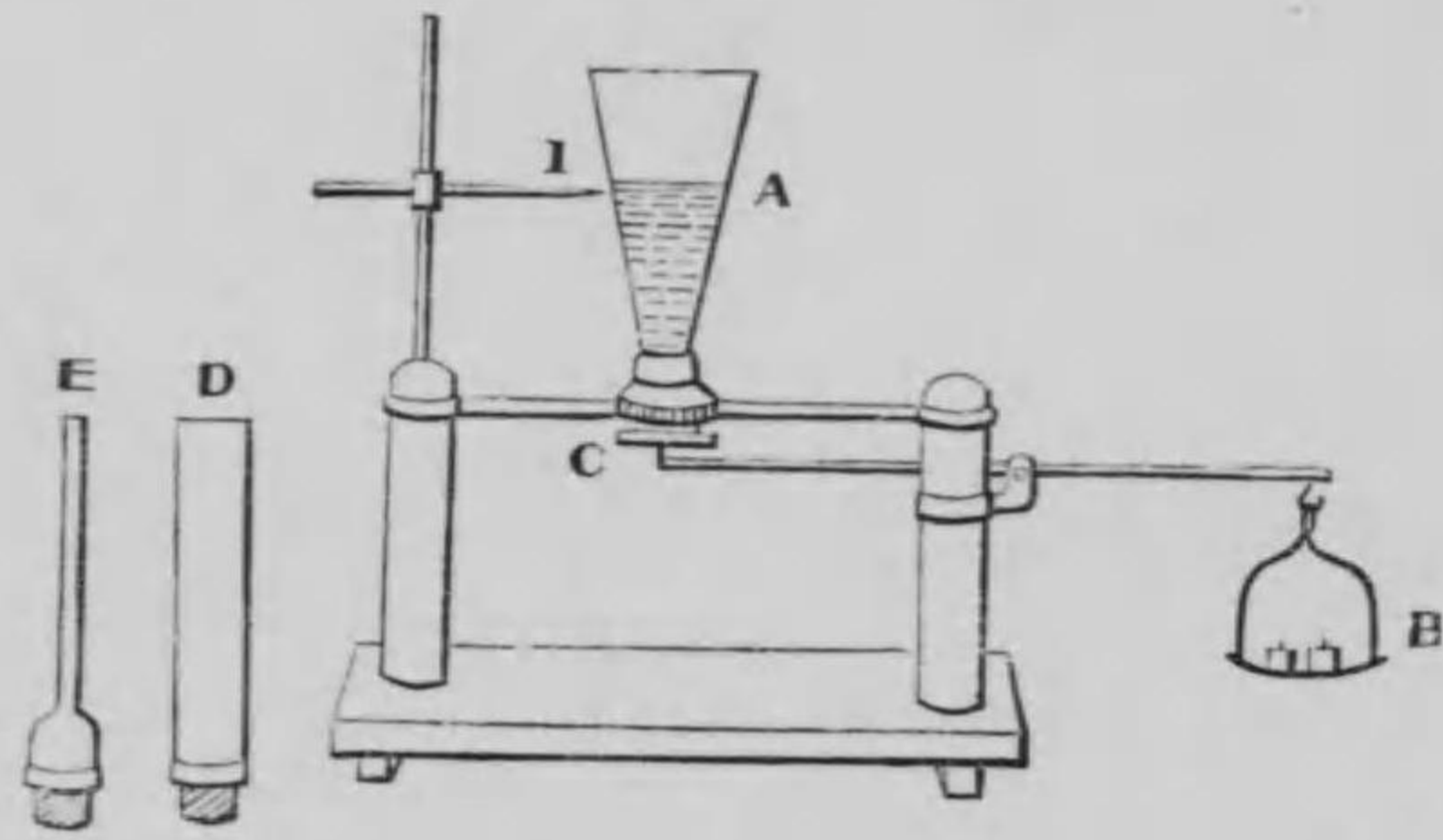
に浸して軟にし、之に水を包みて壓迫せしめ、針にて膀胱の各所に小孔を穿たしむれば、水は其の孔より、膀胱膜の面に直角をなして各方に噴出すべし。

(二) 太き篠又は直径七分許りの竹一節を取り、其の節の面に一個、節に接して其の周りに四個許りの小孔を穿ちたるもの、及び之に適合せる活塞とを兒童各組に與へ、竹筒に活塞をさしたるまゝ節の方をバケツに取りたる水中に挿入し、汚塞を引き上げしむれば、水は筒内に入るべきを以て、更に活塞にて壓迫せしむべし。然るときは水は各孔より噴り出づべし。

此の兩實驗によりて、水は其の一部分に受けたる壓力を、各方に傳ふることを知らしむべし。此の種の實驗は、水を床上に流出せしめざる様、バケツの上に於て行はしむるを可とす。

(三) 又太硝子管、或は竹筒の一方に小孔を穿てる(木綿針にて穿つもの)

圖 九 第



膀胱膜の袋を附け、筒に水を満たし活塞によりて、此の水を壓迫すれば、水は膀胱膜の袋の小孔より、其の面に直角をなして噴出すべし。

五 水の壓力と深さとの關係を示す實驗

圖の如き底壓實驗器を取りて、其の挺子の一端にある皿に、分銅をのせ、挺子の他端にある金屬板Cに、密接せる螺旋に、圓壻Aをネヂ込み、之にIなる目標まで、水を入れたるとき、A中の水の壓力の爲めにCが離れたるとせば、Aに代ふるに底面の等しきDE等の如き筒を以てするも亦其の水面がIに達する時は、何れも皆C板は離るべし。

此の實驗に於て、筒中の水の深さを加減するとき、之に釣り合はしむる分銅も亦増減

せざるべからず。今 I I' I'' を以て夫々水の深さ、W W' W'' を以て之に釣り合へる分銅とせば、

$$\frac{I}{W} = \frac{I'}{W'} = \frac{I''}{W''}$$

なる關係式の成立することを見るべし。

依て器底に及ぼす壓力は、深さに比例し、且つ底面等しければ器の形に無關係なることを知る。

六 兒童に課す水の壓力實驗

(一) ランプの竹ホヤ、及び其の口より稍大なる薄き銅板の中央に、短き針金の輪をつけ、之に一尺許りの糸を結びたる者を、兒童各組に與へ、糸をホヤに通し、銅板をホヤの端に接して、豫め與へ置ける器に取りたる水中に挿入すること圖の如くするも、銅板は水の上方の爲めに沈下することなし、然れども徐々とホヤに水を入れ内外の水面が略々一致するに至れば、銅板

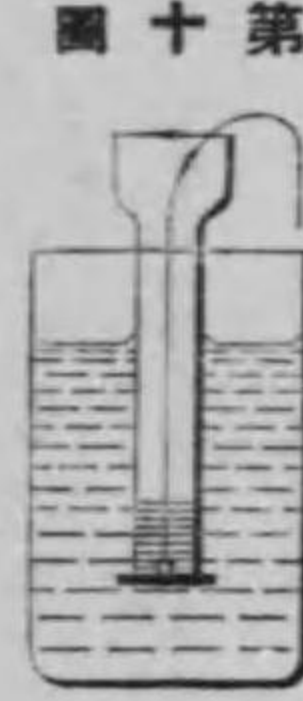


圖 十 第

は沈下すべし。依て水に上壓力あること及び上壓力は、下壓力と相等しきことを知らしむべし。



圖 一 十 第

(二) 空き瓶の側方に、三個の小孔を穿ちたるものを與へ、之に水を満さしむれば、水は各孔より噴出し、其の勢は底に近き孔程烈しきこと圖に示すが如し。依て水に側壓力あること、及び其の側壓力は深さと共に、増加することを知らしむべし。

七 兒童に課す連通管の實驗

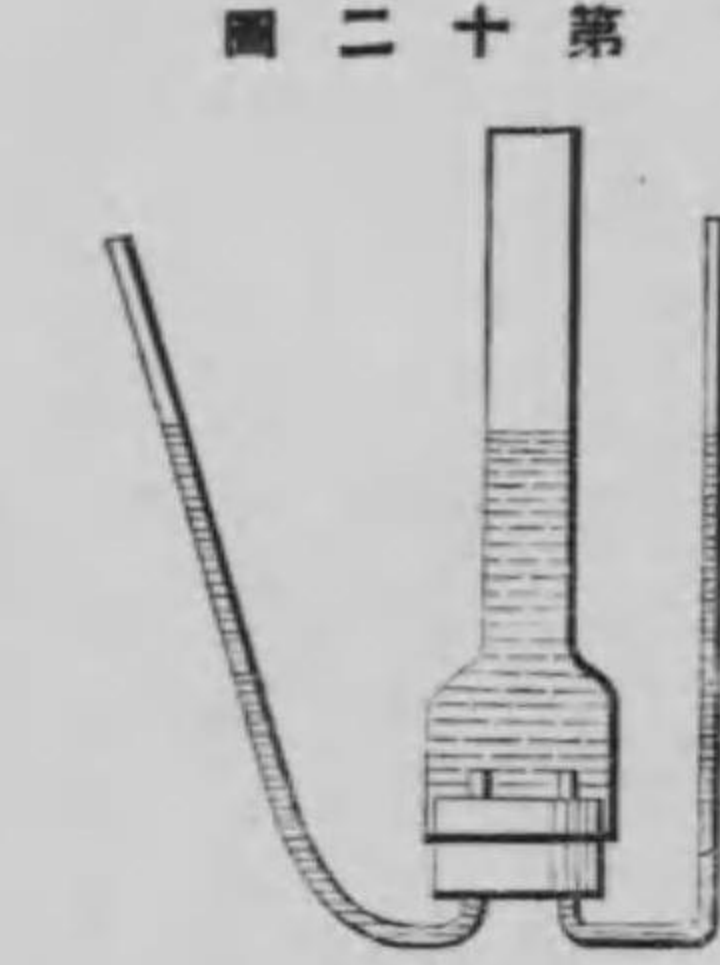


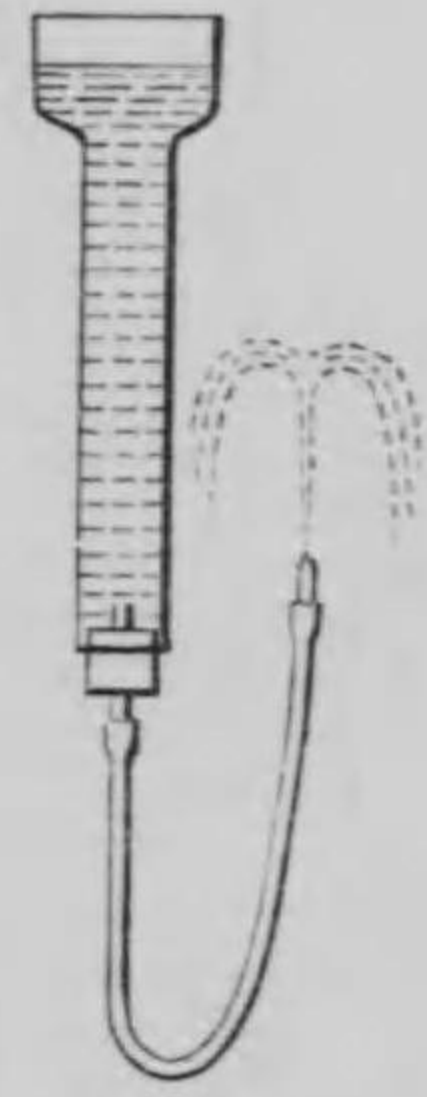
圖 二 十 第

(一) ランプのホヤにて作りたる、圖の如き装置を兒童各組に與へ、ホヤに水を注ぎて、三者の水面を観察せしめ、更に全體を少しく傾けて、又三者の水面を観察せしむべし。然るときは、底が通せる器なれば、其の水面は、器の形の如

何に關せず、常に一致することを知らしむべし。

(二) 又ホヤの底に、直硝子管を挿したるコルクを箝め、其の硝子管に

圖 三 十 第



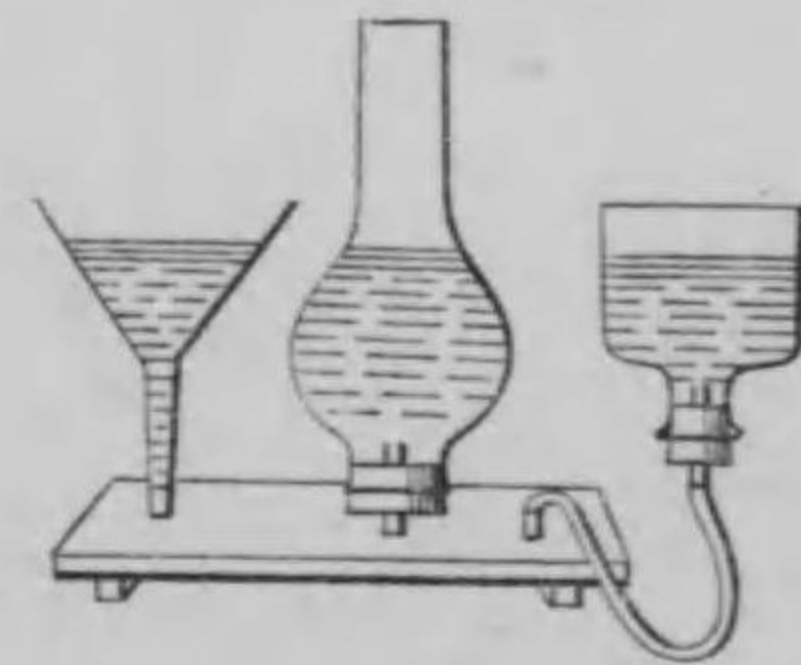
ゴム管にて尖口ある硝子管を連結したる者を取り、尖口を上に向け、ホヤに水を注がしむるときは、尖口より噴水の生ずることを目撃せしむべし。而してゴム管

によりて尖口を下ぐれば、一層烈しく噴出す。依て噴水及び水道栓の理を知らしむることを得べし。

八 連 通 管 の 實 驗

ホヤ、漏斗及び瓶の一部分によりて、圖の如き装置を作り、之に着色水を入れ、三者の水面を觀察せしめたる後、瓶を上下して之に伴ふ水面の變化を觀察せしむべし。斯の如くするときには(七)の實驗(一)の効

圖 四 十 第



果をして、一層有効ならしむることを得べし。

第 四 章 アルキメデスの原理

一 兒童に課すアルキメデスの原理の實驗

(一) 聚氣筒に水を入れ、之に曲管を挿入し、其の一端を口にて吸ひ管内に水を滿して、口を放つときは、筒中の水は、流出して水面が管端と略々一致するに至りて止むべし。茲に於て空氣中にて重量を測りたる、小石を糸に吊し此の中に入れしむれば、曲管の端よりは、此の石と等體積の水が更に流出すべきを以て、豫め目方を測りたる、乾けるコップに之を受けしめ、水の流出止みたる時、石の水中に於ける重量を測らしむべし。

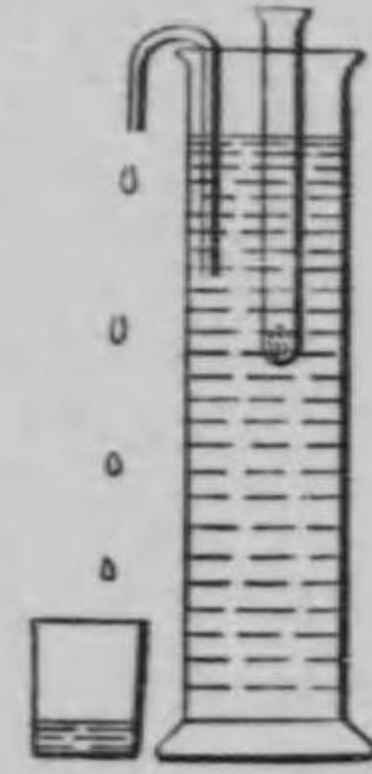
今 石の空中の重さ…………… a
 石の水中の重さ…………… b
 コップと流出せる水との重さ…………… c
 コップの重さ…………… d
 なりとすれば

なる關係の成立するを見るべし。

(二) 又聚氣筒に水を入れ、之に曲管を挿入し、前の如くにして、其の管端と筒中の水面とを略一致せしめたる後、試験管に少量の散彈又は砂

(最も其の量は試験管が水中に直立し得るを程度とす)を入れて、其の重さを測り、次ぎに試験管を散彈を入れたるまゝ、筒中に入ること圖の如くし、其の溢れ出する水を、豫め重さを測れるコップに受

圖 五 十 第



けしめ、更に其の重さを測らしむべし。
 今 試験管と散彈との重さ…………… a
 コップと流出せる水との重さ…………… c
 コップの重さ…………… d
 なりとせば

なる關係の成立するを見るべし。

此の兩實驗をなさしむるときは、之に依て物體を水中に沈むれば、其の物體と等體積の水の重さだけ軽くなり。又水に浮く物體の重さは、其の物體が排除したる水の重さに、等しきことを知らしむべし。是等の實驗は秤秤を用ひて行はしむるを可とす。

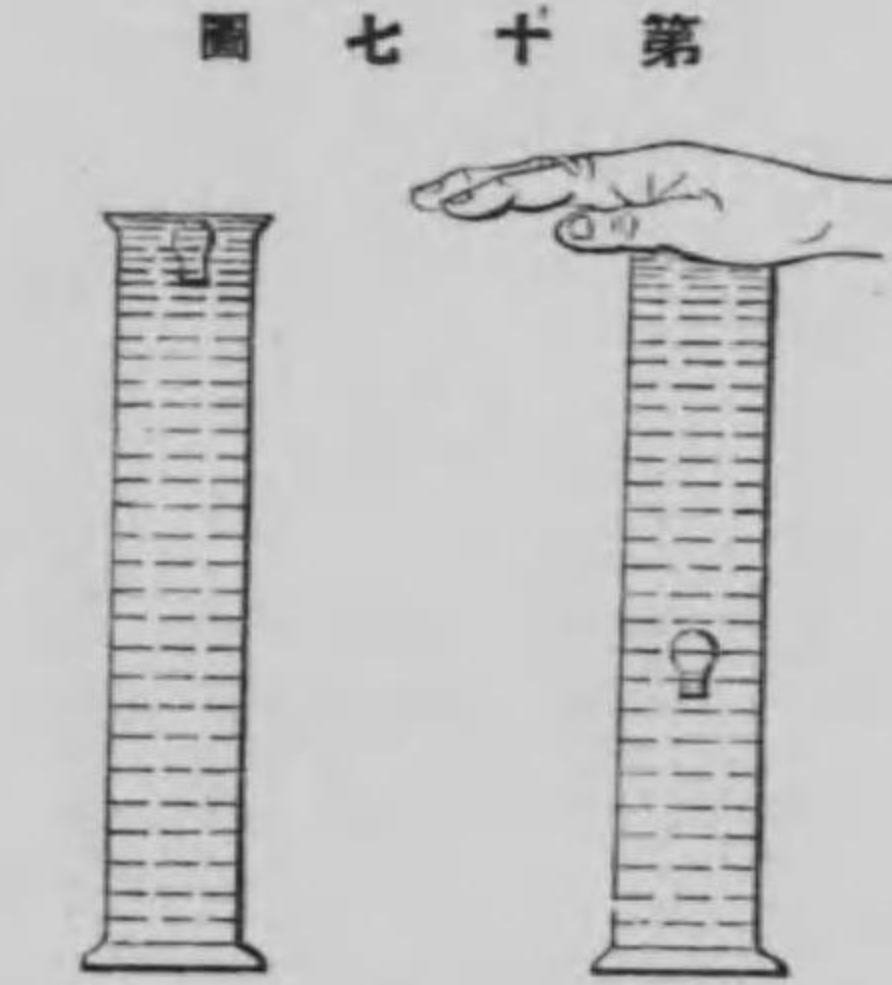
二 アルキメデスの原理の實驗

眞鍮製の圓壩と、丁度之を容るる圓筒形の器とを、天秤の一方に吊し、



他方の皿に分銅を載せ、之と釣り合はしめたる後、圖に示すが如く、圓壺をコップに取りたる水中に没せしむるときは、天秤は傾きて、圓壺が水に入りたる爲めに、其の重さの減じたることを示すべし、依て徐々に圓筒中に水を入れるれば、天秤は次第と平均を回復し、水が全く筒に満つれば、全く舊に復すべし。此の實驗と(一)の實驗とを併せ行へば、よくアルキメデスの原理を了解せしむることを得べし。

三 浮沈子の實驗



細き圓筒に、水を充たし、其の中に短かき硝子管の一端を膨らまして作りたる浮沈子を入れ、掌を筒口に當て、水の逃れ出でざる様にして水を壓すれば、其の壓力の爲めに、水は浮沈子内に浸入し之と共に、浮沈子は降下すべく、壓力

を減すれば、空氣は其の張力の爲めに、浮沈子に入りたる水を押し出し、之と同時に浮沈子は上昇す。又掌を加減すれば、浮沈子をして、水中を一昇一下せしむるのみならず、水中隨所に之を置くことを得べし。

四 兒童に課す浮沈子の實驗

コップに七分目程水を取り、靜かに鶏卵を此の中に入れ、豫め與へ置きたる食鹽を少量宛加へて攪拌せしむれば、遂に鶏卵は鹽食水中に浮き始むべく、更に多量の食鹽を加ふれば、其の半面を水面上に表はすに至るべし。此の實驗と(三)の實驗とを觀察思考せしむれば、水中に於ける物體浮沈の理を了解せしむることを得べし。

第五章 熱及其の傳播

一 摩擦熱の實驗

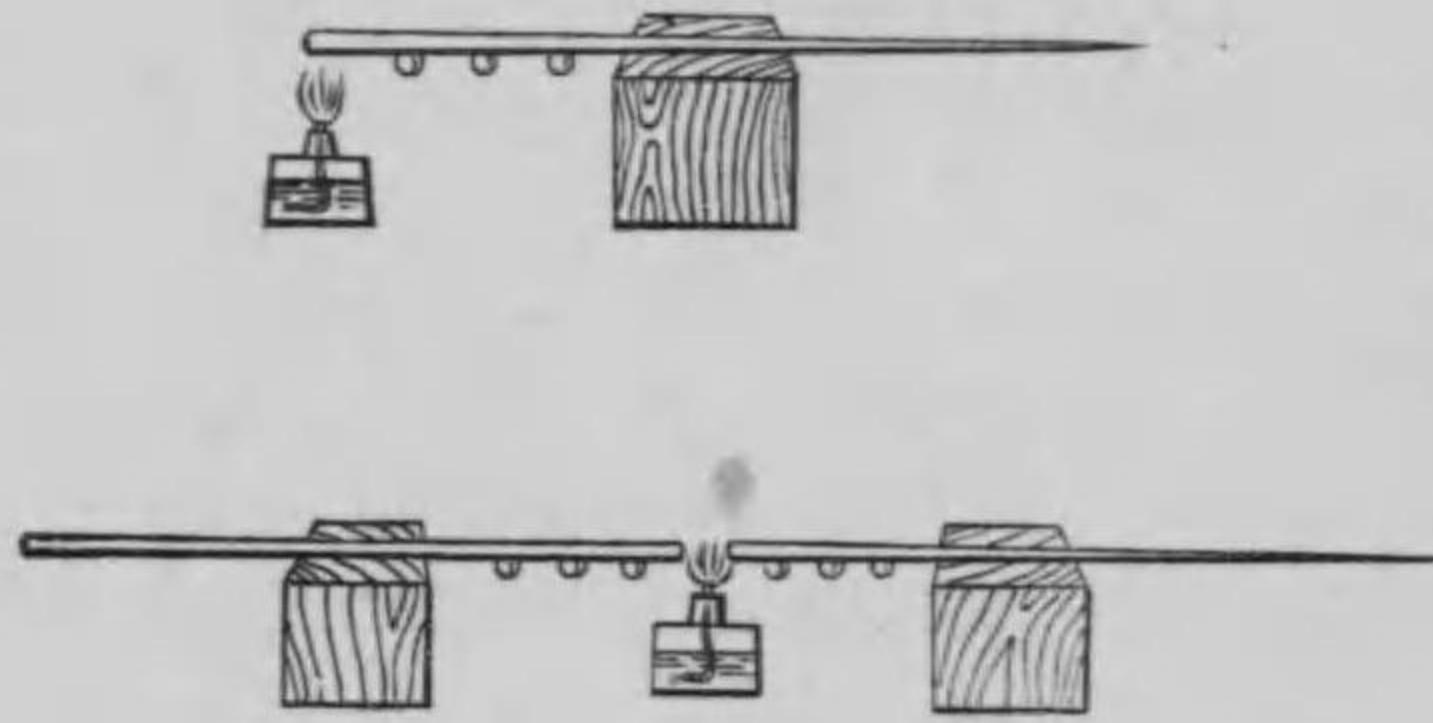
(一) チンダルの管に少量の水を入れ、其の管口に氣密にコルクをなし萬力にて動かざる様に装置し、管の底部に麻繩を巻き、兩手に其の端を支持し、交互に動かして管を摩擦する時は、數分間にして、管内の水は、摩擦熱の爲めに沸騰し、其の蒸氣の壓力によりて、コルクを吹き抜くに至るべし。

(二) 燧石の如き硬き石を、鐵と打ち合はすれば、又烈しく熱を發し、其の爲めに、石と鐵の細粉は赤熱せられて、火花を發すべし。石と鐵と打ち合はする代りに、石と石とを打ち合はするも亦火花を發すべし。依て熱は、摩擦又は打撃によりても發することを知る。

二 兒童に課す摩擦熱の實驗

鉛筆と鉛筆、又は檜にて作れる棒と檜板とを、互に強く摩擦せしむれば、著しく熱の發生することを知らしむべく。此の際檜棒と檜板とを數

第十八圖



分間烈しく摩擦せしむれば、遂には煙を掲げて燃焼を始むるに至るべし。

三 兒童に課す傳導の實驗

(一) 眞鍮火箸の一端より、五分位宛隔てて、數個の豌豆を蠟にて附着せしめ、圖に示すが如く之を臺上に支持し、アルコールランプにて其の一端を熱するときは、先づ其の端に近き蠟熔解して豌豆落ち、次第とランプの炎に遠き所の者に及ぶべし。依て熱は物體に移ること、並に其の移り方は、熱に近き部分より、順次に物體の各部分を温めて、熱源より遠き他部に移ること、(即傳導すること)を知らしむべし。

吾人が物體に觸れたるとき温く感ずるは、其の物體より吾人に熱の移るによる。又冷に感ずるは、其の物體に吾人の熱が移るに因るものなり。

(二) 又眞鍮火箸と、之れを殆んど同じ太さの硝子棒とを取り、各一端より等距離の所に豌豆を取り附け、第十八圖の如く装置して之を熱する
とき、火箸の豌豆は落つるも、硝子の者は容易に落ちざるべし。依て物
質によりて、熱の移るに難易あること、即ち導體不導體の別を知らしむ
べし。

次に二三の物質を其の熱を傳導する順序によりて列すれば左の如し。

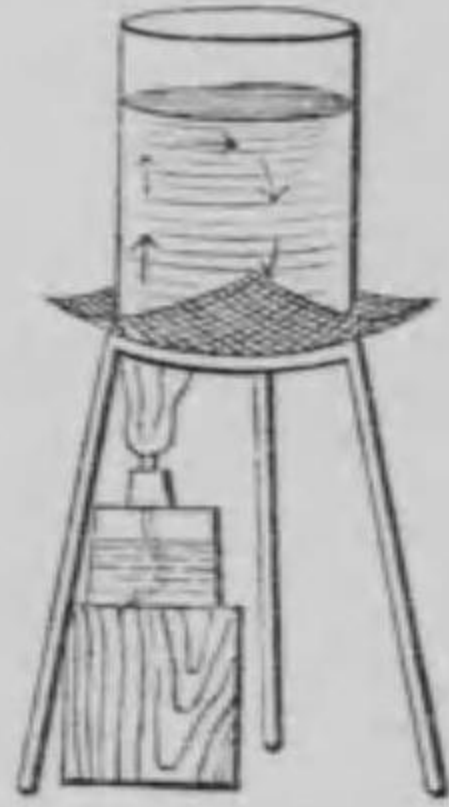
銅 亞鉛 眞鍮 鐵 水 煉瓦 硝子 蠟 毛布 紙 空氣

而して銅は眞鍮よりは約四倍、鐵よりは約七倍よく傳導し、水よりは約五百五十倍よく傳導す。更に硝子毛布紙空氣等に至れば水よりは一層熱を傳へ難く、水が百傳ふるとき硝子毛布紙空氣等は夫々約三十六四及び二なりとす。されば紙空氣等は金屬に比較すれば、殆んど熱を傳へざるものと見るも、差支なかるべし。

四 兒童に課す對流の實驗

(一) ビーカーに八分目程水を入れ、之に豫め與へ置きたる鋸屑を混ぜ

圖 九 十 第



しめてレトルト臺にかけ、圖に示すが如く其の底の一隅を熱せしむれば、鋸屑は矢にて示すが如く運動して、水の對流することを知らしむべし。これ火に近き水は、熱を受けて膨脹し、輕

くなるか爲めに昇り、他の冷かなる水は下りて底に至り、又熱せられて昇るに由る、水及び空氣の如き者は不導體なれども、かくの如き方法により、絶えず交流して熱せらるるものなり。

圖 十 二 第

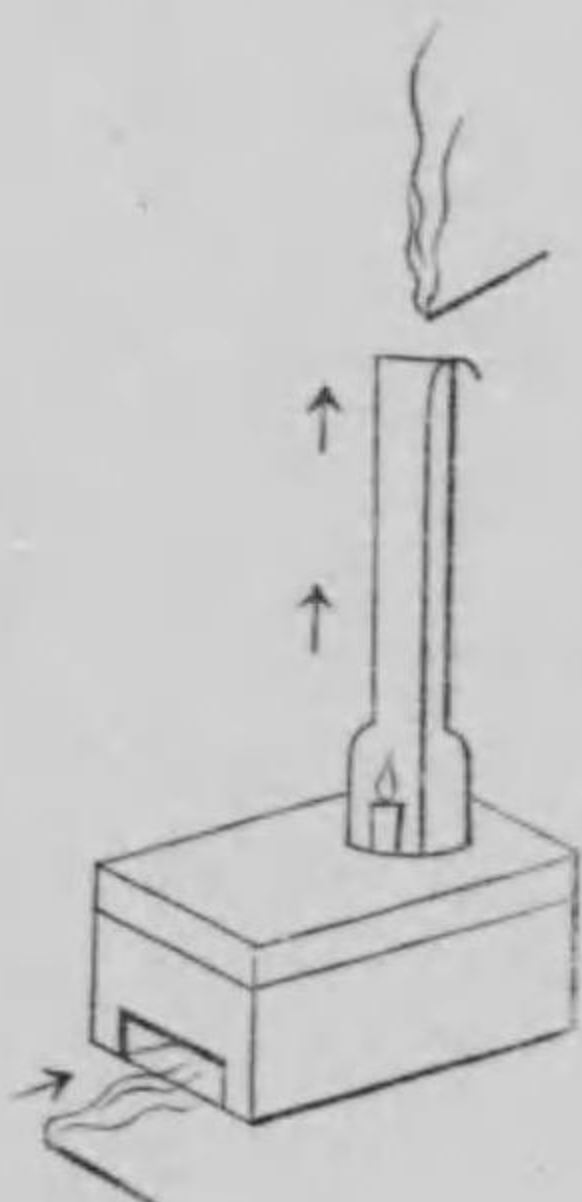


(二) 水が不導體なることを實驗せしむるには、試験管に七分目程水を取り、其の底部を持ちて少しく傾け、水面より稍下方を熱せしむべし、然るときは水は上部に於て沸騰するも、尙試験管の底部の水は、冷かなるべし。之れ上部の、熱せらるる部分の水のみ、對流作用により

て、熱を受くるも、下部の水には、熱が移らざるによるなり。依て器の水を温むるには、其の底に熱を加ふ可きことを知らしむべし。

(三) 白墨の空き箱にランプの竹ボヤを立てて、圖に示すが如き装置を

圖 一 十 二 第



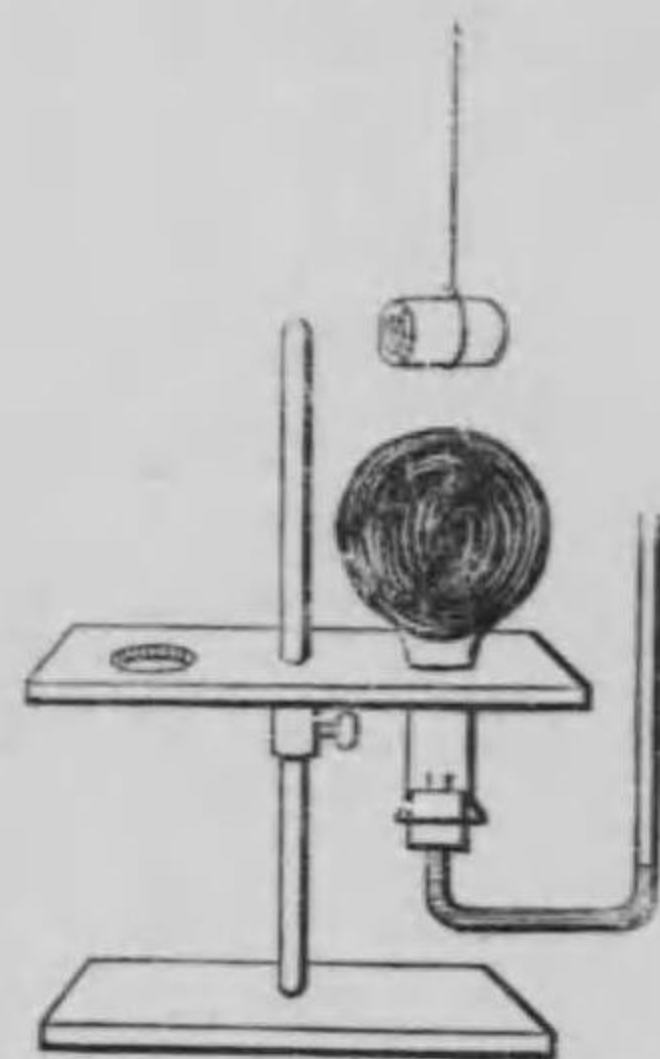
作りて之を兒童各組に與へ、ホヤ内に針金を以て燭火を下さしめ、側面の下方に穿ちたる穴に、線香を近づかしむれば、其の煙りは、良く箱中に吸ひ込まれて、ホヤより逃れ出すべし。此の

際、ホヤを厚紙片にて被ふか、又は側方の穴を閉づれば、燭火は消滅するに至る。依て煙突の効用、西洋竈の理並に風の起る理由等を知らしむることを得べし。

五 兒童に課す輻射の實驗

アルコールランプ又は蠟燭に點火し、其の炎の側方に手をかざさしむ

圖 二 十 二 第



れば、直ちに温さを感じずれども、火と手との間に方六寸位の厚紙を挿入せしむれば、それと同時に、直ちに温さを感じざるに至るべし。依て熱は傳導對流の外、光の如くに、中間の空氣を通るに殆んど時を要せず、又直線に移ること(輻射)を知らしむることを得べし。火鉢、ストーブ等の側によるとき、又は日光に曝されたるとき等に直ちに温を感じるは、この理によるものなり。

六 輻射熱の實驗

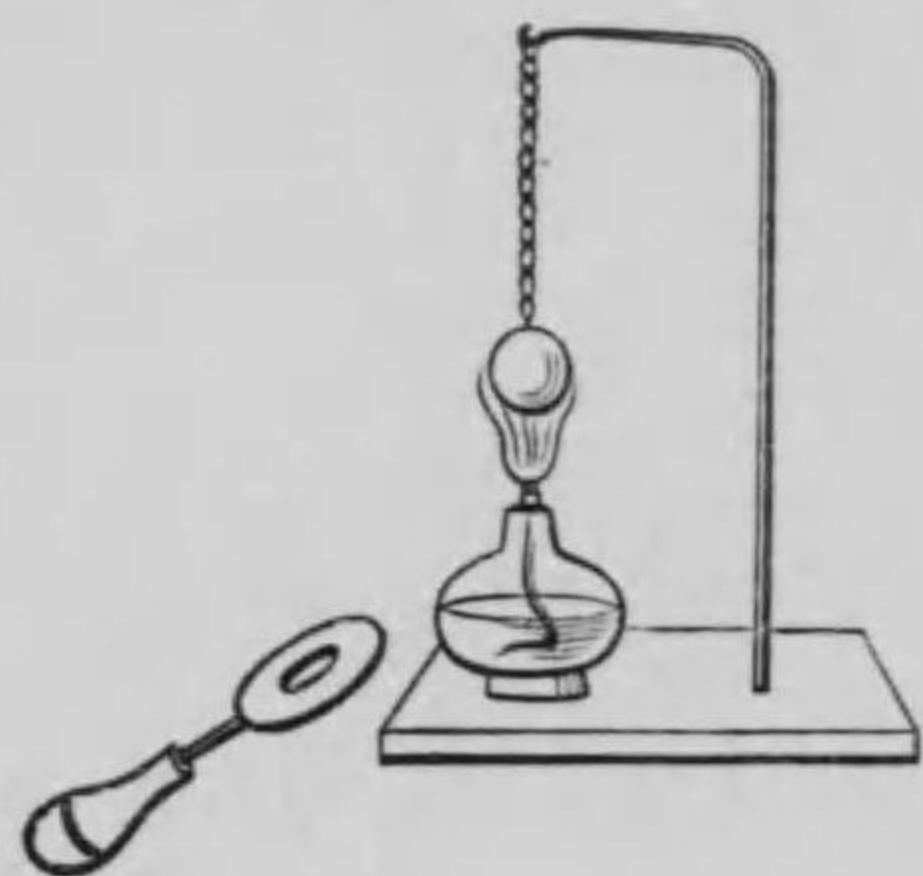
(一) 曲硝子管に、少許の着色水を入れ、其の一端にコルクを挿し、之

を煤にて底を燻したるフラスコの口に嵌め、圖に示すが如く支持したる後、炭火を針金に吊して上方よりフラスコの底に近づければ、曲管内の水は、フラスコ内の空氣に壓されて他方に昇るべし。これフラスコ内の

空氣が、炭火よりの輻射熱の爲めに、膨脹したるによる。依て輻射熱は熱源より下方へも、傳播することを知らしむ得べし。

(二) 二個の等しき大きさのフラスコを取り、其の一方を煤にて燻し、等しき長さの硝子管をさしたるコルクを、其の各の口に嵌め、各硝子管の一端をば、着色水を入れたるコップ中に挿入して日光に曝すときは、輻射熱の爲めに、暫時にしてフラスコ内の空氣は膨脹して、各硝子管の端口より、氣泡コップの水中に泡出ずべし。而して其の量は、煤を附けたるもの方、著しく多し、依て黒色にして、其の面粗雑なるものは、他の者に比して、よく輻射熱の爲めに温めらるることを知るべく。又兩フラスコを日影に移すときは、少時にして着色水は硝子管を上昇す。而して煤にて燻したる者の方、其の量多くして且つ速かなり。依て黒色にして其の面粗雑なるものは、他の者に比して早く熱を輻射して、冷却すること、並に良く輻射熱を吸収するものは又良く之を射出することを知るべし。

圖 三 十 二 第



第六章 物體の膨脹

一 固體の膨脹實驗

金屬製の環と、之を漸く通り得る金屬球とを取り、其の金屬球のみを熱して、環を通過せしめんとすれば、球は環を通過せざるべし。然れども球を冷すときは又環を通過す。依て固體は

湯沸しをよく磨き、夏の衣服に白色の者多く、冬の衣服に黒色の者多き等は、此の理によるものなり。

又此の種の實驗裝置は、特に氣密なるを要す。且つ又日光なき時は、兩フラスコの間、燭火又は炭火を置きて實驗するをよしとす。

熱すれば膨脹し、冷却すれば收縮することを知る。

二 兒童に課す物體膨脹の實驗

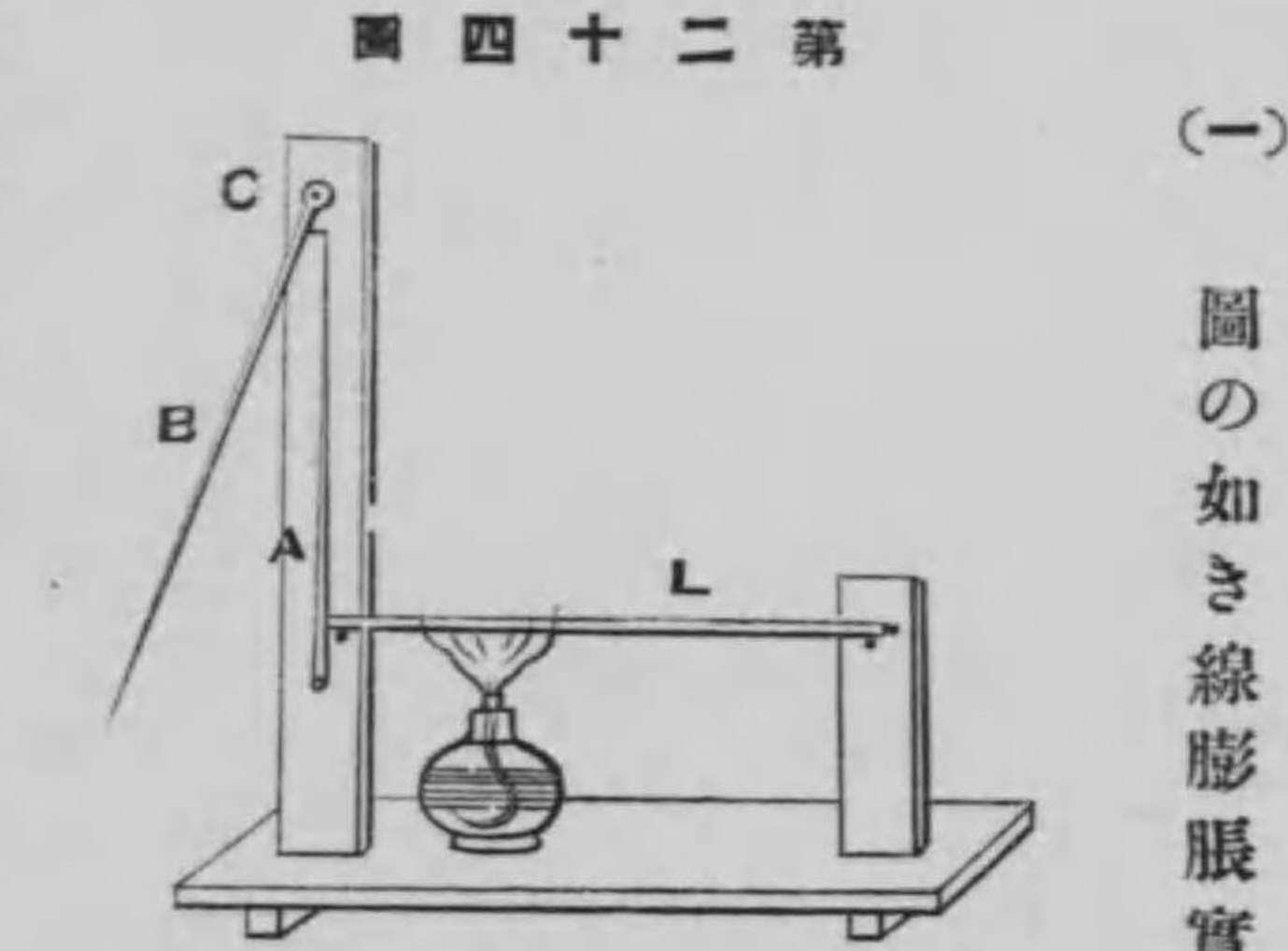


圖 四 十 二 第

又長さの膨脹をもなすことを知るべし。

(一) 圖の如き線膨脹實驗器を兒童各組に與へ、其の構造主として挺子仕掛になり居ることを觀察せしめたる後、之に金屬棒Lをのせ、アルコールランプにて熱せしむれば、棒は膨脹してAを壓し、Aは其の上端Cに於て、垂直に吊されるBを壓するを以て、BはCを中心として、圖の如く徐々と回轉すべし。是れBは、Cを中心として自由に回轉し得るが如くに、作らるるを以てなり。依て物體は體積の膨脹をなすのみならず、

めたるものを、兒童各組に與へ、試験管に水を充たしてコルクを嵌め、水を硝子管に入らしめたる後、試験管をアルコールランプにて熱せしむれば、管内の水は硝子管を上昇して、其の膨脹することを示すべし。依て液體も熱の爲めに膨脹すること、及び其の膨脹の割合は、固體よりも著しきことを知らしむべし。

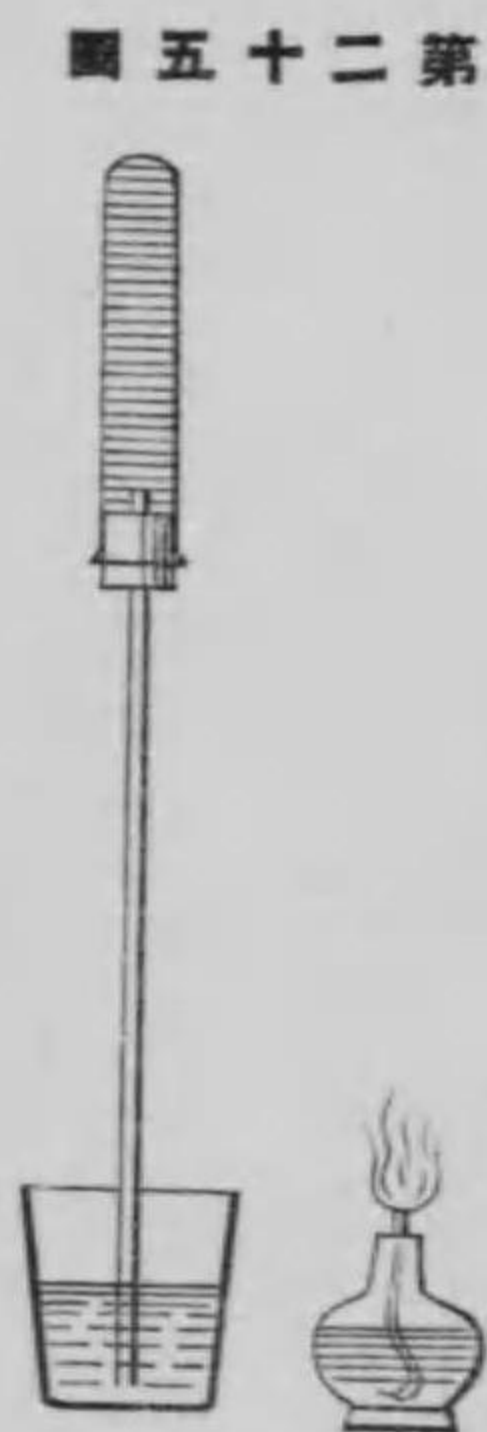
此の實驗にては試験管を熱せしむる前に、其の周圍に付着せる水を、よくふき取らしむるを可とす。

(三) 又曲硝子管に、少量の水を入れ、其の一端にコルクを挿し、之を試験管の口に嵌めたる者を、兒童各組に與へ、試験管を手にてにぎり以て其の内の空気を温めしむれば、曲管内の水は、試験管内の空気の爲めに壓されて、他方に昇るべし。依て氣體の膨脹すること、及び氣體は固體液體の何れよりも、容易に膨脹することを知らしむべし。鐵瓶湯沸し等に水を入れて、之を熱するときに、其の口より水の吹き

出すことあるは、水の膨脹が主なる原因なれども、又器内の氣體が膨脹して其の水面を壓迫することも、一原因となれるものなり。

三 兒童に課す寒暖計の實驗

(一) 液體の膨脹を實驗するに用ひたる装置を兒童各組に與へ、其の試



驗管に少量の水を入れ、硝子管を挿したるコルクを嵌め、試験管の上部を持ち、アルコールランプにて徐々に熱して、管内の水を沸騰せしめたる後、コップに取りたる水中に倒立せしむれば、暫くにして水は試験管内に入りて、之を満すに至るべし。依て寒暖計に、水銀又はアルコールを入るる方法を知らしむべし。

(二) コップに粉碎したる氷片を入れて、兒童各組に與へ、豫め與へ置きたる寒暖計を、其の中に挿入せしむれば、水銀は速かに下降して、其の

頂は零度と剋せる目盛と一致するに至るべし。依て零度の決定法と、氷の融解點は零度なることを知らしむべし。

(三) 更にフラスコに三分の一程の水を入れ、之をレトルト臺にかけて加熱せしめ、寒暖計の玉を其の水面に接近せしめて吊さしむるときは、水銀の頂は次第と上昇し、遂に水が沸騰するに至れば、百と剋める目盛と一致するに至るべし。依て百度の決定法、及び沸騰せる水の表面に於ける溫度は、百度なることを知らしむべし。且つ零度を結氷點、百度を沸騰點と稱する理をも知らしむることを得。又更に華氏と攝氏との度盛を比較せしめ、之が換算の練習をも、なさしむるを可とす。

第七章 水の三態の變化

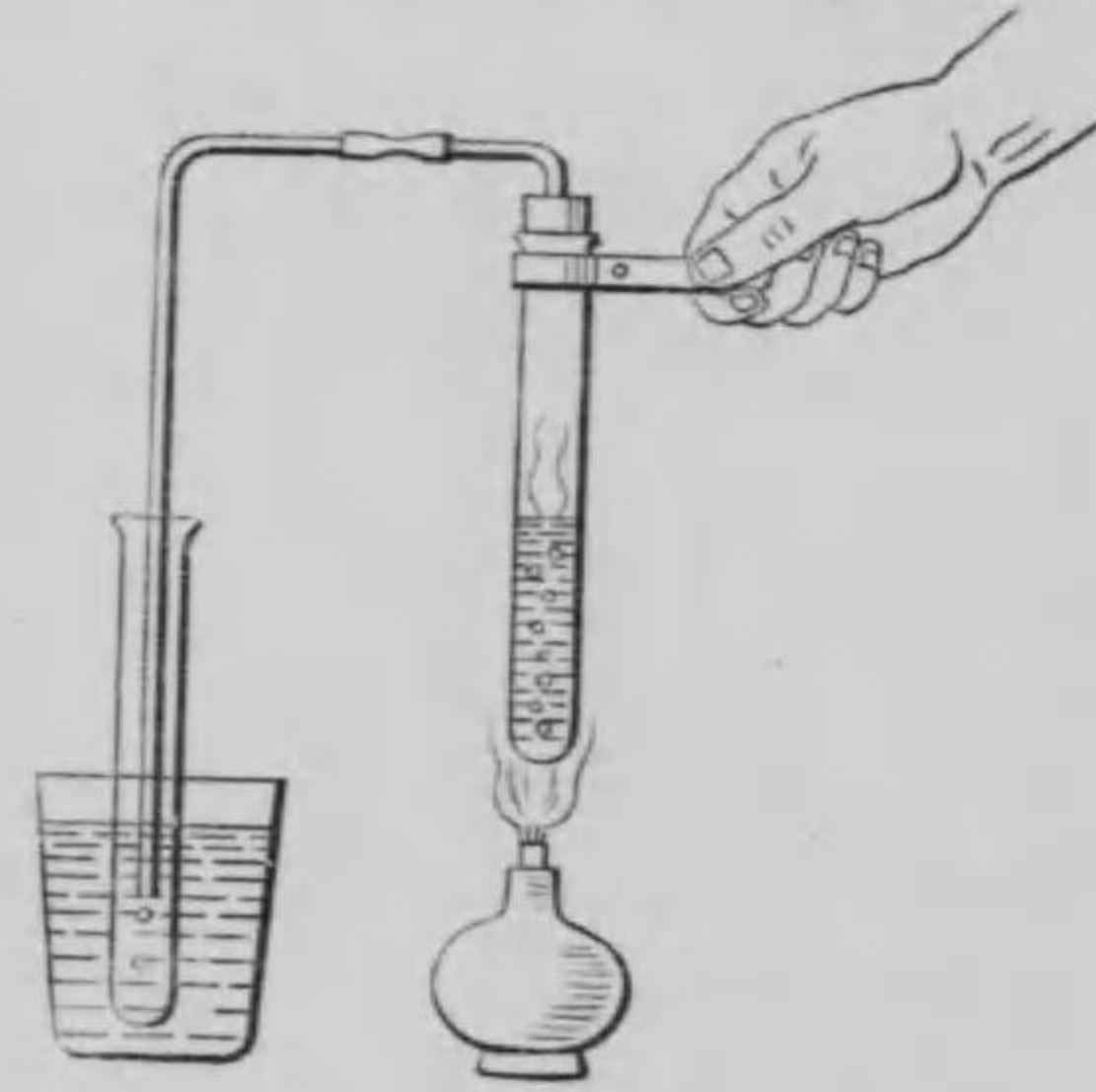
一 兒童に課す水の三態の實驗

(一) 試験管の側壁を、湿らしめざる様注意して、洗滌瓶の水を其の六分の一許り取らしめ、試験管挟みを用ひ、アルコールランプにて徐々と熱せしむれば、暫時にして試験管の上部に、微細なる水滴附着して、曇を生ずるに至るべし。依て水は熱すれば、氣體の水蒸氣となり、冷せば液體となることを知らしむ得べし。

(二) 更に熱することを續けて、水が沸騰するに至れば、試験管の側壁には、多くの水滴附着するのみならず、管口よりは湯氣の立ち昇るを見るべし。此の湯氣に小さき鏡、又は乾けるコップ等を觸れしむれば、直ちに水滴附着すべし。依て水を多く熱すれば熱する程、多く蒸發することを知らしむべし。

(三) 圖の如く試験管に曲管を附したるコルクを氣密に嵌め、其の曲管の一端をコップの水中に浸したる、他の試験管中に挿さしめたる後、水を入れたる試験管を熱せしむれば、水蒸氣は冷却せられて液化し、水中に

圖 六 十 二 第



挿入せる試験管内に溜まるべし。斯くの如くにして食鹽水を熱して水を溜出するも、其の蒸溜されたる水は、少しは鹹味を帯びざるべく、更に熱する時は試験管中には、食鹽の結晶を生ずるに至るべし。又稍長く、蒸溜の實驗を行はしむれば、遂にはコップの水が温まるに至る。依て水の蒸溜の方法と、水蒸氣が液化する時は、

熱を出すことを知らしむべし。

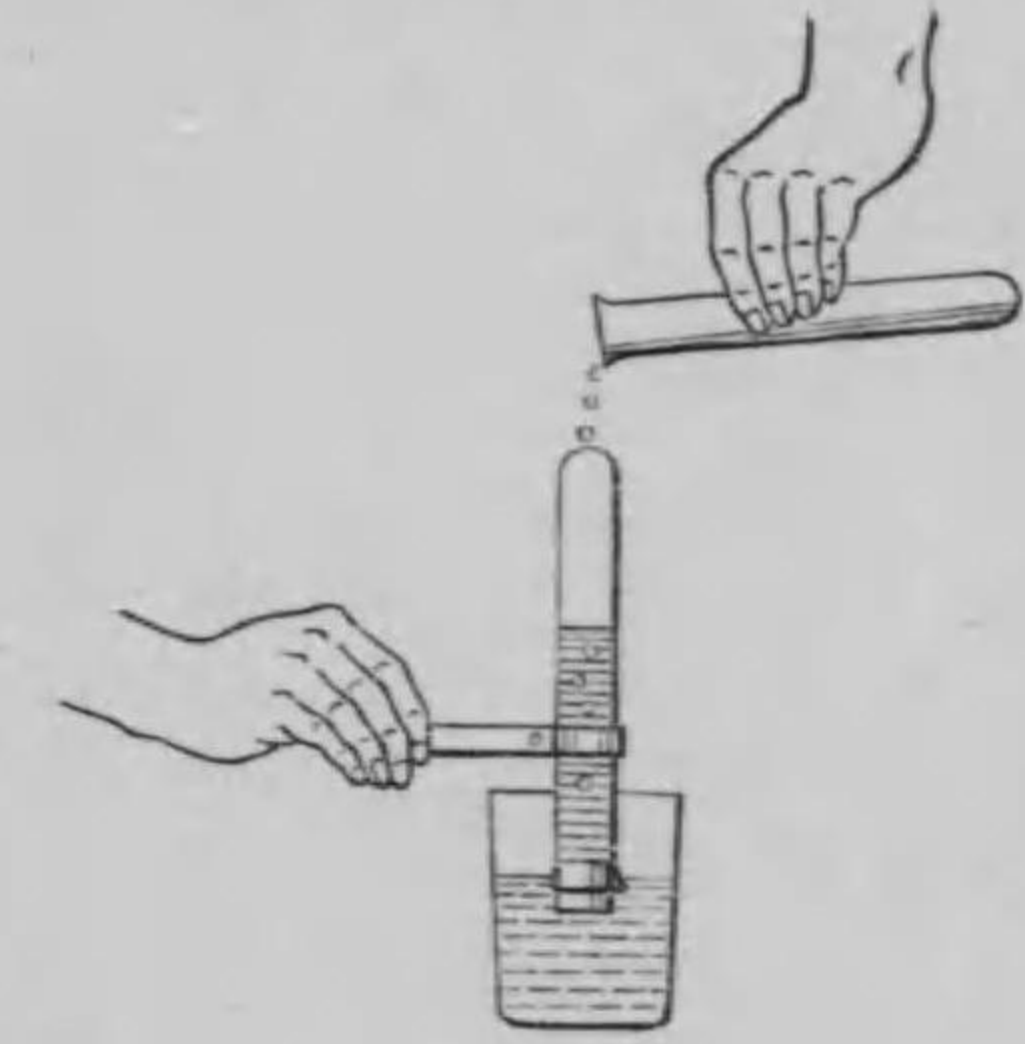
(四) コップに、水の細片を半分宛入れたる者を、兒童各組に分ち、之に二匙位宛の食鹽を混ぜしめ、寒暖計を挿入せしむれば、零度以下十五度位となるべし。此の寒劑中に、少量の水を入れたる試験管(試験管に約其の六分の一位)を挿し込まして、數分間放置せしむれば、水は凝結し

て氷となるべし。

實驗(一)と、此の實驗とによりて、水は冷却すれば固体となり、之を熱すれば液体となり、更に強く熱すれば、氣體となることを知らしむべし、

二 兒童に課す沸騰の實驗

(一) 試験管に約其の三分の一の水を取り、試験管挾を用ひて之をアルコールランプにて熱せしむれば、初めは管の底部より氣泡を發するも、



此の泡は水面に達する前に於て消ゆべし。然れども更に熱すれば、次第と氣泡は水面に達するに至り、遂に盛んに水中より氣泡を生ずるに至れば、泡は水面に至るに従ひて、其の大きを増すべし。依て水が沸騰するまでに於ける、水中より生ずる水蒸氣の泡の状態を知らしむることを得。

圖 七 十 二 第

(二) 十分沸騰するに至らば、試験管の上部を布片又は、紙にて支持せしめ、其の口に氣密にコルクを嵌めて、之をコップの水中に倒立せしめ、試験管の底部に、冷水を滴下せしむべし。然るときは、又試験管内の水は、沸騰を始むるに至る。依て液面に及ぼす壓力は、其の液の沸騰するに至大の關係を有すること、並に液面の壓力を減すれば、低温度に於てもよく、沸騰することを知らしむべし。

三 兒童に課す蒸發の實驗

(一) 試験管に、少量の揮發油又はエーテルを入れて、兒童各組に與へ、豫め與へ置きたる淡紅色の吸取紙を机上に置き、硝子管の一端に附けたる水とエーテル(揮發油)とを、各一滴宛其の上に滴下せしむるときは、水は容易に蒸發せざるも、エーテル(揮發油)は、暫時にして蒸發し盡して、吸取紙上の汚點は消失す。依て物質によりて蒸發するに、遲速あることを知らしむべし。

(二) 更に硝子管により、吸取紙上に、別々に一滴宛の、水を滴下せしめ、其の一方をピンセットに挟みてアルコールランプにて徐々と熱せしむれば、暫時にして乾くべきも、熱せざる吸取紙は容易に乾くことなし。依て熱を加へたる方早く蒸發することを知らしむべし。

(三) 又更にエーテル(揮發油)を吸取紙上に別々に一滴宛滴下せしめ、其の一方の汚點の上に呼氣を吹き送るときは、他の者よりも、早く蒸發することを知らしむべし。

(四) 次ぎに吸取紙上に、硝子管より一滴のエーテル(揮發油)を滴下せしめ、之と殆んど等量のエーテル(揮發油)を硝子管内に止め置くときは、吸取紙上の者は蒸發し盡くるも、硝子管内の者は、蒸發し盡くることなし。依て液面を廣くする程、早く蒸發することを知らしむべし。

四 蒸發に必要な條件

蒸發の實驗よりして、蒸發に必要な條件は 1 熱を加ふること

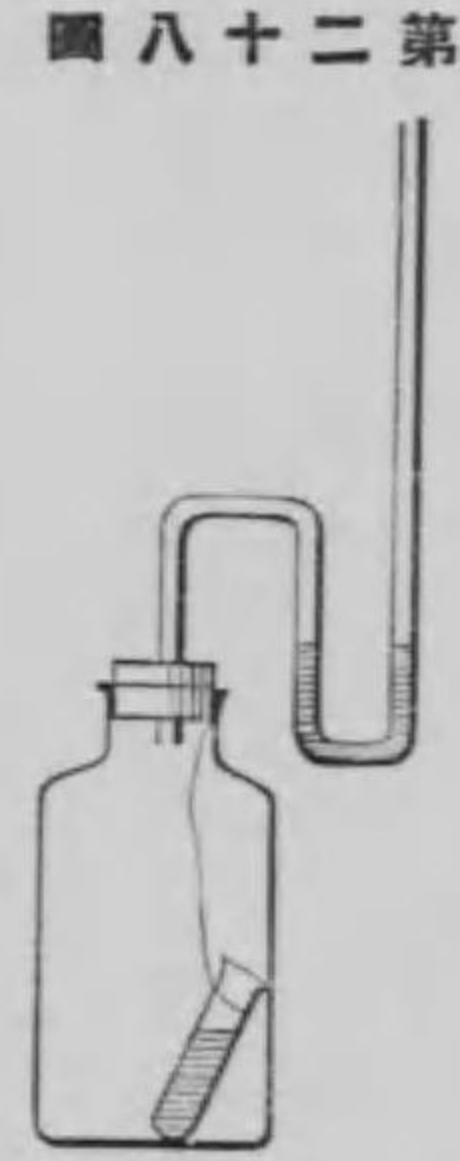
2 液面を廣くすること 3 液面に風を送ることなることを知るべく。依て吾人が湯を含むに之を吹くこと。又湯を冷すに器を代へ、又は之を攪拌すること。並に洗滌物を風通し良くして、日當り良き場所に曝すと等の理を、了解せしむべし。

五 蒸氣張力の實驗

(一) 銅製の圓底フラスコの、頸の上方の側壁に小孔を穿ち、之に活塞を挿入し活塞の十分上りたるときは、此の孔によりてフラスコの内外は相通じ得るが如くなし置き、フラスコに水を入れて活塞を嵌め、其の上を錘り載せて、レトルト臺にかけ、アルコールランプにて熱するとき、フラスコ内の水は、盛に蒸發し、其の壓力によりて、活塞は押し上げられ、フラスコの頸の側壁にある小孔が、活塞の下にくるときは、蒸氣は此の小孔より噴出し、一時其の壓力を減ずるを以て、活塞は其の錘りの爲めに下るべし、更に熱すれば、活塞は續きて上下すべし。依て水

蒸氣は強き壓力を有することを、又之を用ひて蒸汽機關を運轉せしむることを得る理を了會すべし。

(二) 圖の如きU字狀硝子管を作り、之に少量の水銀を入れ、又曲管の



一端にコルクを挿し、之を空き瓶の口に嵌めたるものを作り、稍太き硝子管試験管を二寸位に切断して、其の一端を封じて、之にエーテルを入れ、糸にて瓶内に下げ、瓶

を傾けてエーテルを其の内に流出せしむれば、エーテルは蒸發し、其の壓力により水銀は壓されて他方に上るべし、斯くの如くするも容易に蒸氣は壓力を有することを知り得べし。

六 兒童に課す大氣中の水蒸氣の實驗

(一) 乾きたるコップに氷の細片を約半分程入れ、其の側壁を注意して觀察せしむれば、暫くにして多くの水滴を生ずるを見る。依て空氣中に水

蒸氣の存在すること、並に露の生ずる理を知らしむべし。

(二) 此のコップの周圍に生じたる水滴をよくふき取りたる後、コップの水片に食鹽(二匙許り)を混ぜしむれば、暫くにして其の側壁には、白色微細なる氷片の附着するを見る。依て霜の生ずる理を知らしむべし。

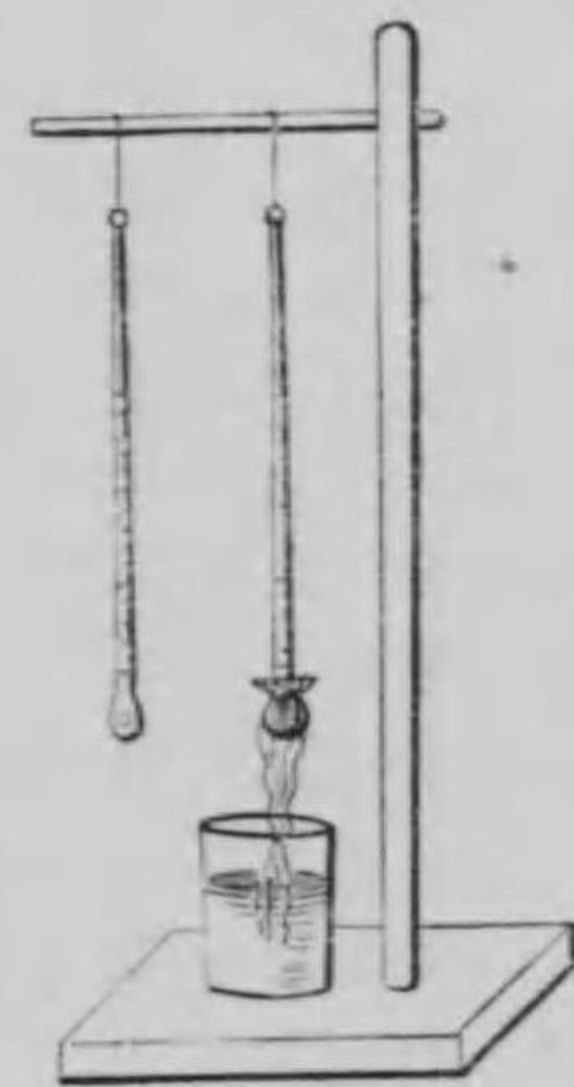
七 雲の成因

1 水蒸氣を含める温き空氣が、冷かなる空氣と混ずるとき、2 温き水蒸氣を含める空氣が、山岳地殼等に觸れて、冷却するとき、3 水蒸氣を含める空氣が上昇して膨脹して、其の溫度が降りたるとき。
雲の生ずる時の溫度が零度以下なれば、霜の如き微細なる氷片となりて空中に浮游す。又雲が地面に接近して生ずれば、霧又は霞となる。

八 兒童に課す湿度の實驗

等しき二個の寒暖計を取り、其の一の球を木綿にて薄く包み、其の布片の一端をコップ中に垂れしめ、兩者を並べて圖の如く吊したる者を、兒

圖 九 十 二 第

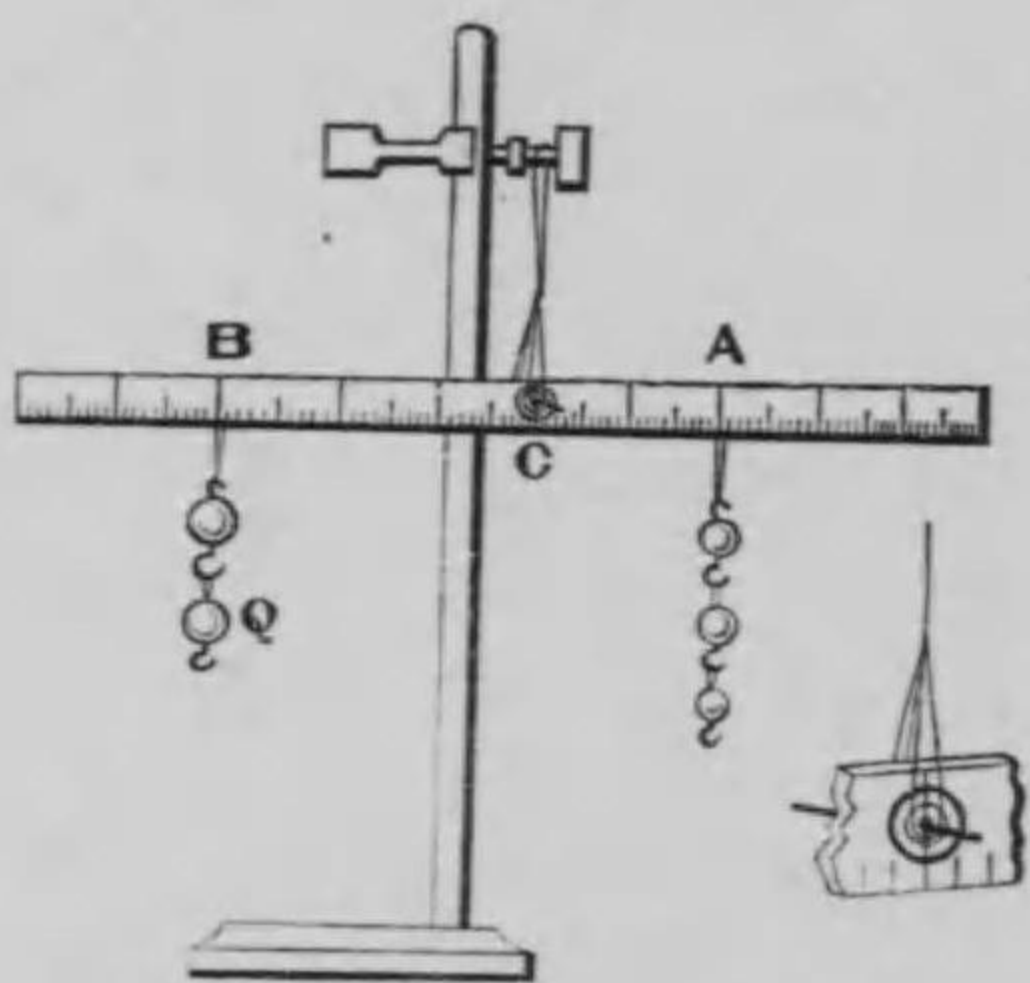


童各組に與へ、各組別々に指命されたる場所(例へば教室、廊下、庭園の日當り良き所、又は風通し良き場所等)に持ち行かしめ、茲に於て、コップに水を注がしむれば、布片の水が蒸發する爲めに要する熱を、寒暖計の球よりも奪ふを以て、濕球の方は、溫度下降すべし。濕球の溫度一定したる後、兩者の溫度を讀ましめ、豫め作り置ける濕度表を、黑板にはり、之に依て、各實驗したる場所の濕度を計算せしむべし。

第八章 挺子

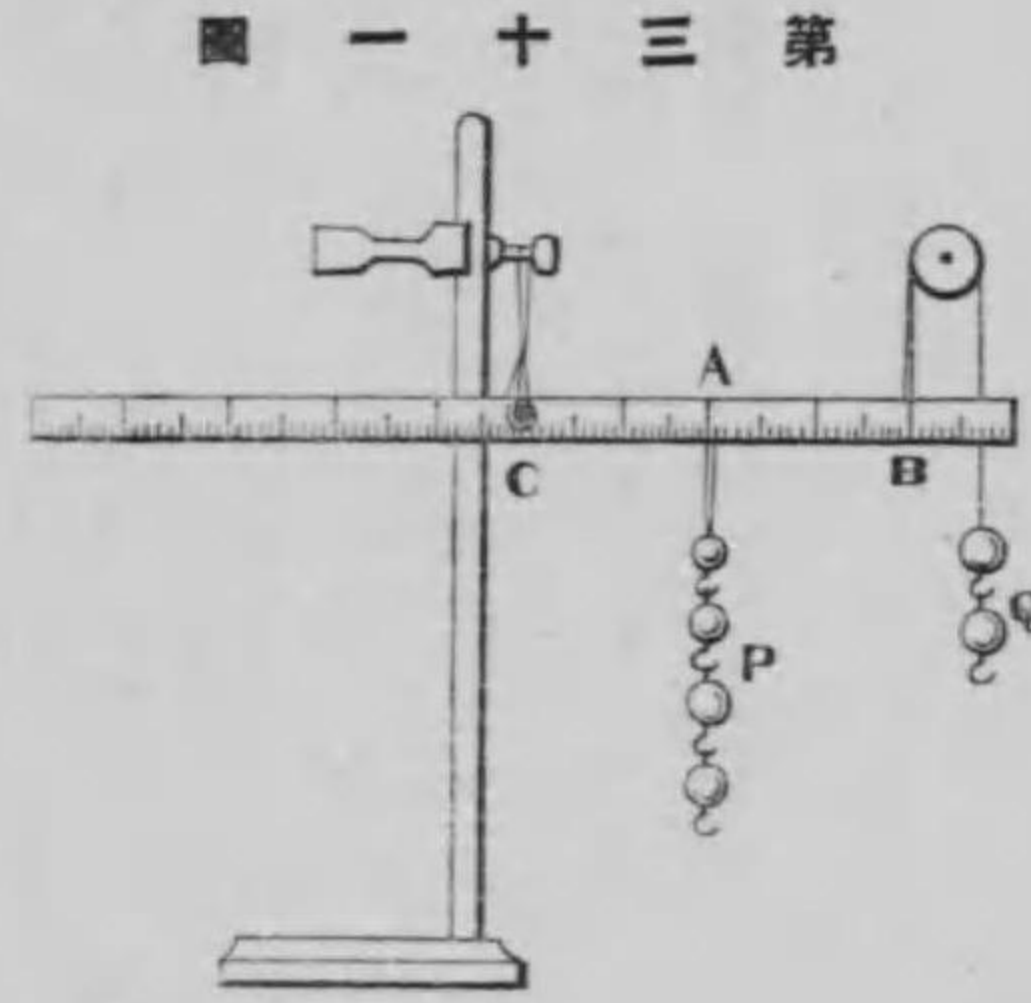
一 兒童に課す挺子の實驗

圖 十 三 第



(一) 鯨尺の中央を支へて、釣り合ふが如くなしたる者を、兒童各組に與へ、之をレトル臺にかけ、其の支點Cより左右等距離の點A及びBに、等しき重さの錘を吊さしむれば、挺子は釣り合ふべきも、Cよりの距離が僅かにても異なれば、其の遠き方に傾くを見る。依て等しき錘を、支點の左右等距離の點に吊すときは、挺子は釣り合ふことを知らしむべし。

(二) 次ぎに支點より左右相異なる距離に、錘を吊すに一方の距離を他の方の距離の二倍、三倍等となさしむるときは、支點に近き點には、夫々遠くに吊したる錘の二倍、三倍等のものを吊さざれば、釣り合はざるべし。今支點CよりAB二點までの距離を、夫々 P_1P_2 、 Q_1Q_2 等とすれば、常に



なる關係の成立することを知らしむべし。
 (三) 又圖の如く装置したる挺子の一點 A に、P なる錘を吊し、支點 C の、A と同じ側 B に、滑車を用ひて、P なる錘と反方向に作用する Q なる錘を吊して釣り合はしめよ。若し CB が CA の二倍なれば、Q は P の二分の一にて釣り合ふべく、CB が CA の三倍なれば、Q は P の三分の一にて釣り合ふべし。依て今支點 C より A 及 B までの距離を、夫々 P, P_1, \dots, q, q_1 等とし、A 及 B に吊したる錘を、 P, P_1, \dots, Q, Q_1 等とすれば又、 $P \times P = Q \times q, P_1 \times P_1 = Q_1 \times q_1, \dots$ なる關係の成立する時、挺子は釣り合ふことを知らしむべし。依て挺子の理なる

$$P \times P = Q \times q; P_1 \times P_1 = Q_1 \times q_1, \dots$$

圖 一 十 三 第

支點より錘までの距離 \times 錘 = 支點より力までの距離 \times 力
 及び挺子を用ふれば、力を利することを知らしむべし。

二 秤の用法

(一) 天秤を使用するには、次の如くすべし。

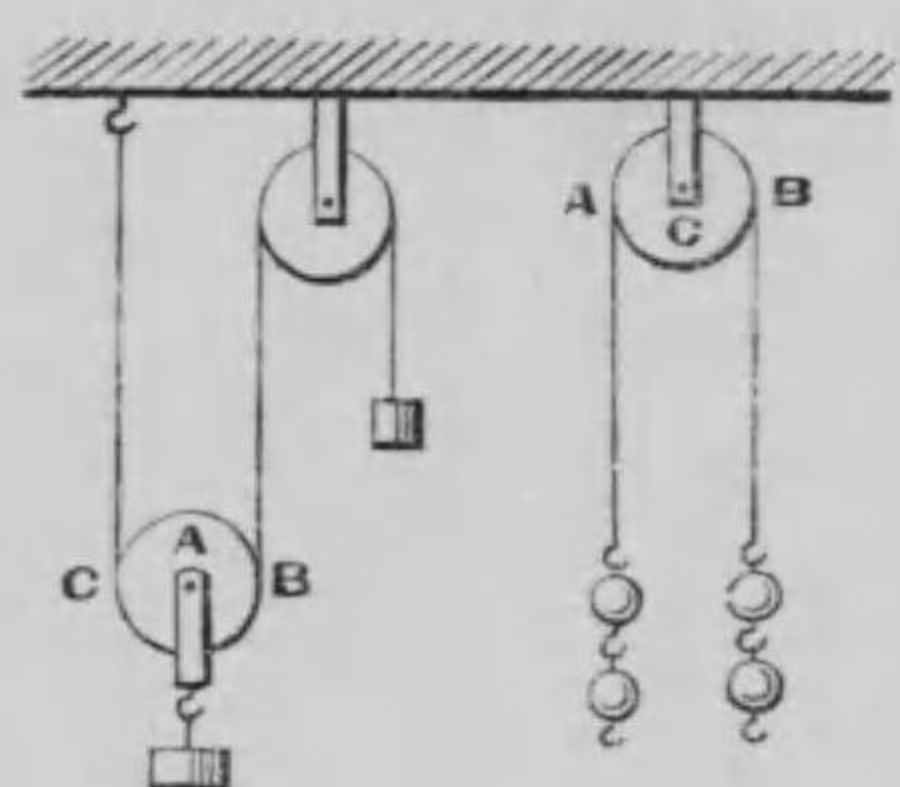
- 1 支柱臺を水平にし、泡準器(振り子)によりて、支柱を支柱臺に、垂直に立たしむ。
- 2 乾きたる太筆又は羽箒により、桿、皿等を清潔にす。
- 3 螺旋を廻轉して天秤を働かしめ、指針が目盛板の中史より、左右に等しく振るるや、否やを検す。若し指針が右に多く傾かば、桿の右端にある、小螺旋を、支點より遠ざけ、左に多く傾かば、桿の左端の小螺旋を支點より遠ざけて桿を水平ならしむ。
- 4 量らんとする物體を、左の皿に載す。
- 5 分銅をピンセットにて右の皿に載す。

物体を左の皿に載せたる後、其の物体より稍々重きと思ふ分銅を右の皿にのせ、天秤を働かしむ。此の分銅が重きに過ぐるときは、次ぎの重き分銅をのせ、夫れのみにて、軽きときは、次ぎの重き分銅をのすべく、斯くの如く大なる分銅より、順次小なる者に及ぼして、遂に桿が水平となるに至りて止むべし。分銅を加減する毎に、天秤は必ず休まざしむべく、最後に其の分銅の總和を求むれば、是れ即ち物体の重さなり。

(二) 桿秤を用ひて、物体の重さを量るには、次の如くすべし。

- 1 物体を鈎又は皿に懸く。
- 2 右手にて緒を持ち、左手にて分銅の糸と、桿とを支へて秤を吊し、分銅を左右に動かして桿を水平ならしむ。此の際桿は眼と同一の高さに置くを可とす。
- 3 初めには鈎より遠き緒を用ひ、分銅を目盛の左端まで動かすも、尙物体が重過ぐる時は、他の緒を用ひて量れ。

圖 二 十 三 第



(一)

4 桿が水平にならば、分銅の糸を堅く其の目盛に接せしめ、秤を下し、其の時自己に面せる目盛によりて、物体の重さを知れ。これ桿秤には、二通りの目盛あれども、前述の如くに秤を使用する時自己に面せる目盛りは、其の時使用したる、緒に相當するものなればなり。

三 滑車の實驗

(一) 圖の如く、定滑車に纏へる糸の兩端に、等しき錘を吊す時は釣り合ひて、何れへも廻轉することなし。是れ定滑車は、其の軸Cを支點とし、糸の車を離るる所A及Bに錘を吊したる挺子と見做すことを得るを以てなり。依て定滑車は力を利することなきも、力の方向を變じ得ることを知る。

(二) 又圖の如く、動滑車に纏へる糸の一端を固定し、其の他端に、定滑車を越て動滑車と釣り合

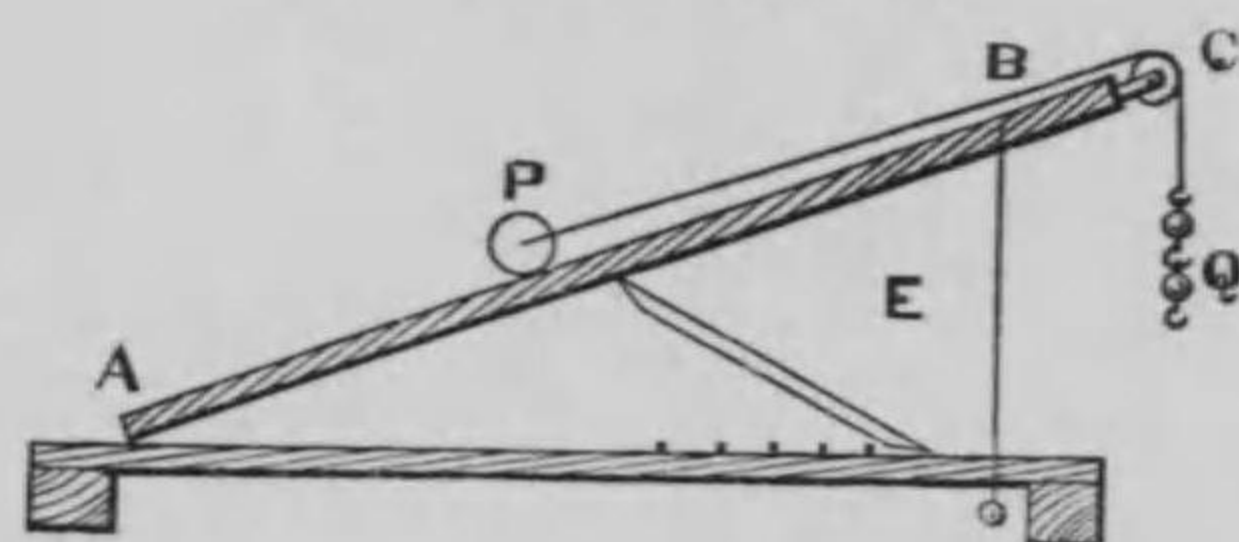
ふ 鍾 を 吊 し、更 に 動 滑 車 に 他 の 物 體 を 吊 せ ば、之 と 釣 り 合 は し む る 爲 め に は、糸 の 他 端 に は 其 の 半 分 丈 の 鍾 を 吊 さ ざ る 可 ら ず。是 れ、此 の 場 合 は 糸 の 固 定 し た る 端 が 滑 車 に 觸 る 點 C を 支 點 と し、動 滑 車 の 軸 A 及 び 糸 の 車 を 離 れ る 點 B に 鍾 り を 吊 せ る。挺 子 と 見 做 す こ と を 得 る を 以 て な り。依 て 動 滑 車 を 用 ふ れ ば 力 を 利 益 す る こ と を 知 る。

(三) 實 驗 (二) に 於 て、滑 車 の 後 方 に 五 分 位 宛 隔 て て、平 行 線 を 引 き た る 紙 を 貼 附 せ る 板 を 垂 直 に 立 て、定 滑 車 を 越 え て 纏 へ る 糸 を 引 き て、動 滑 車 を 引 き 上 ぐ る 時 は、動 滑 車 の 上 が る 距 離 は、手 の 下 る 距 離 の 二 分 の 一 な る こ と を 知 る。依 て 動 滑 車 を 用 ふ れ ば 力 を 利 用 す る も、距 離 に 於 て 損 あ る こ と を 知 る。

四 輪 軸 の 實 験

輪 軸 の 軸 と 輪 と に、各 反 方 向 に 糸 を 纏 へ て、其 の 端 に 夫 々 P 及 Q な る 鍾 を 吊 し て、釣 り 合 へ た り と し、且 つ 輪 の 半 徑 が、軸 の 半 徑 の 四 倍 な り

圖 三 十 三 第



と せ ば、Q は P の 四 分 一 な り。然 れ ども Q を 取 り、其 の 糸 の 端 を 手 に て 引 き 下 ぐ る 時、P の 上 る 距 離 は、手 の 下 る 距 離 の 四 分 の 一 な る べ し。依 て 輪 軸 を 用 ふ れ ば 力 を 利 用 す る も、距 離 に 於 て 損 あ る こ と を 知 る

第 九 章 斜 面

一 斜 面 の 實 験

圖 の 如 く 斜 面 AB 上 に P を 載 せ、之 より 糸 を 出 し C な る 滑 車 を 越 し て、其 の 他 端 に Q な る 鍾 を 吊 し、P と 釣 り 合 は し め た る 後、AB 間 の 距 離 を 測 り、之 を P と し、B 點 より 斜 面 の 臺 ま だ の 距 離 を 測 り、之 を q と す れ ば、

$$Q = 1 \times \frac{q}{p}$$

面の長さ \times 力の長さ
なる關係あることを知る。

Eによりて高さを加減し、之に應じてQを増減し、以てPと釣り合はしむれば、常に前述の關係の成立することを知るべし。依て斜面の長さに比して其の高さを小にする程、小なる力にて、重き物體を上げ得ることを知る。

二 摩擦の實驗

(一) 斜面を水平にし、其の上に螺旋にて支へられて自由に廻轉し得る錘をのせ、之より糸を出し、滑車を越へて其の他端に皿を吊し、之に少量の散彈を入るれば、錘は之に引かれ回轉しつつ動き始む。

然れども錘を舊位に復し、螺旋をしめて、平板上を滑るが如くなす時は、皿に更に少量の散彈を加へざれば、錘は動かざるべし。依て摩擦には、回轉摩擦と之り摩擦との二種あり、前者は後者よりも、大なることを知る。

を知る。

(二) 又錘の螺旋をねじたるまゝ、舊位に復し、平板上に少量の灰をまきて、其の面を粗雜になさば、尙多くの散彈を皿に加へざれば、錘は之り始めざるべし。依て面の滑かなる程、摩擦は少なることを知る。

第十章 力

一 兒童に課す力の實驗

(一) 方一寸五分厚さ一寸位の椗の木片(マッチ箱に砂を入れ、其の周圍を紙にて貼りたるもの)の一側面に鈎を附けてを兒童各組に與へ、之を机上の滑かなる所に置き、食指を曲げて其の爪を拇指の腹にて押へ、食指を働かして、之を弾かしむれば、木片又は箱は食指の爪に壓されて、其の

方向に運動す。又釣に糸をつけて之を引かしむれば、糸の方向に運動すべし。

木片又はマッチの箱を弾く時、指に加ふる力を強くすれば、弱く弾きたる時よりも、其の運動速かなり。依て静止せる物體に力を働かしむれば、物體は力の方向に運動し、其の速さは、力の大なる程速かなることを知らしむべし。

(二) 實驗(一)に用ひたる木片と其の二倍の大きさある木片(又は砂を入れたるマッチ箱二つ連ねたる者と一つの者と)を机上滑かなる所に並べて、兩者を同一程度に彎曲せしめたる、竹片にて各別々に弾かしめ、兩者の運動の状態を觀察せしむれば、小なる物の方、其の運動速かにして、且つ遠くまで達するを見る。依て同じ強さの力を異なる物體に作用せしむるときは、輕き物程、其の運動速かにして、遠くに達することを知らしむべし。

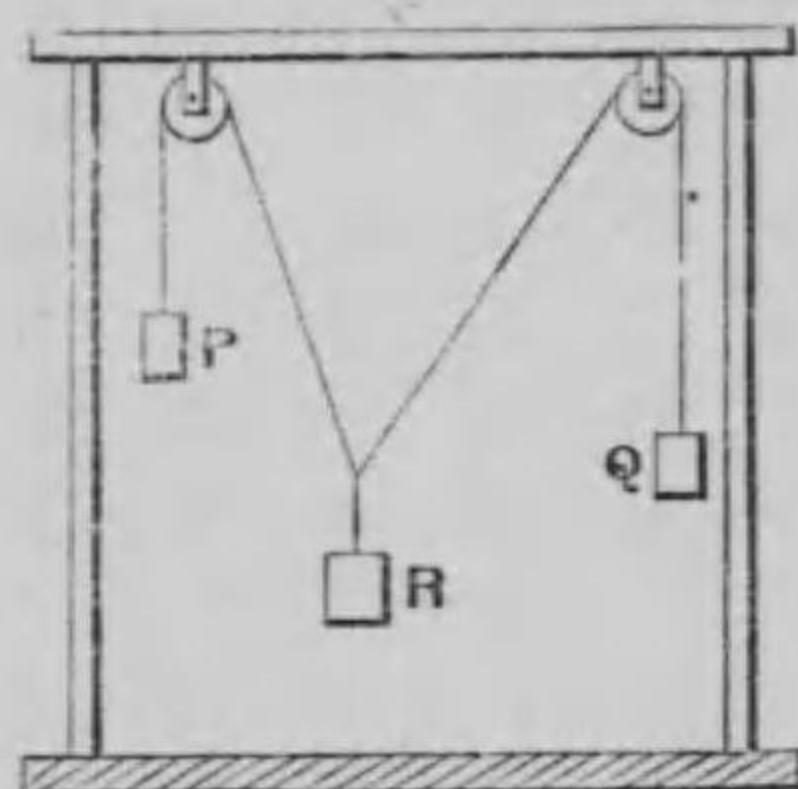
二 力の釣り合ひの實驗

(一) 力の平行四邊形を實驗する器械の、各の柱に附けられたる滑車を越て、一條の糸をかけ、其の糸の兩端に同じ重さの錘を吊すときは、糸は何れへも運動することなし。依て一點に作用する大き等しく、方向相反する力は、釣り合ふことを知らしむべし。

(二) 圖の如く装置して、糸の一點AにPQRなる三の力を働かすとき、糸が何れの方向へも動くことなければ、此の三の力は釣り合へるものなり。

此く三力が釣り合ふとき其の間に如何なる關係あるかを實驗せんと欲せば、長さ一尺幅七寸許りの板に、紙を貼りたる者を、錘を吊したる糸の後方に立て、針にてA點及び各糸の方向を紙上に標し附けPの方向にAB、Qの方向にAD、Rの方向にAEなる直線を引き、ABAD上に夫々P

圖 四 十 三 第



Q に比例する長さを取り、之を二邊とする平行四邊形を作れば、其の對角線 AC の方向は、AE 直線の方向と一致すべく、且つ AC の長さは R に比例するを見るべし。依て P Q 二力の働きは、AC の方向に作用する R と等しきことを知る。

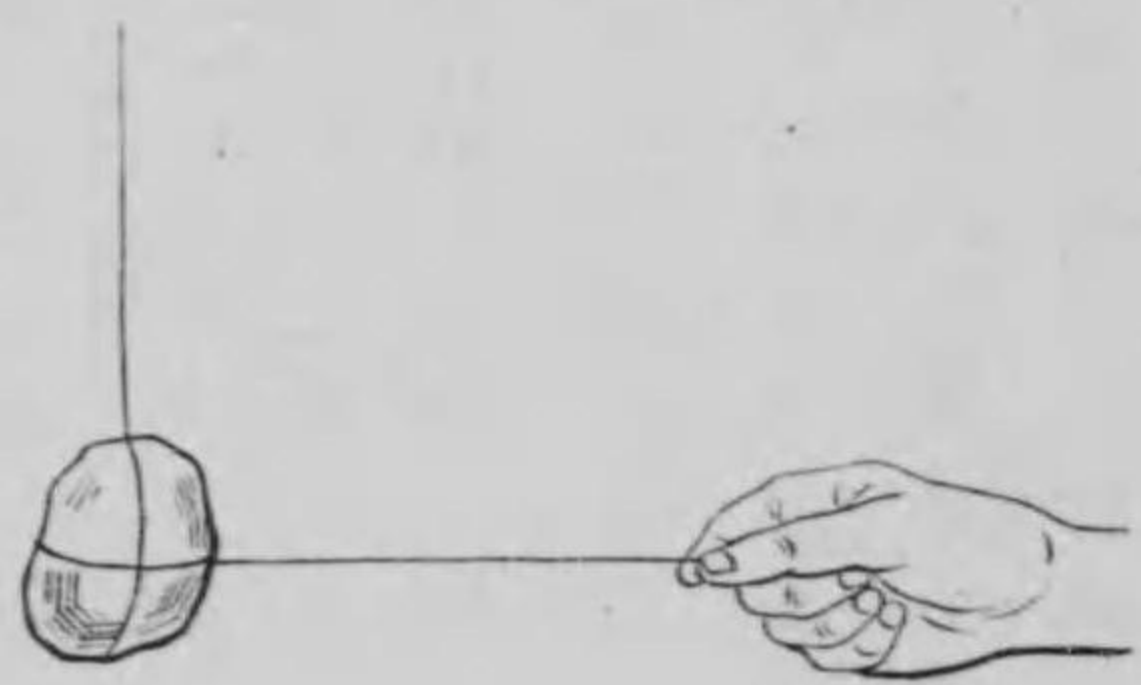
二本の釘に糸の兩端を結び、其の間に物體を吊す時、各釘に及ぼす力は、物體の重さを R と見れば、略 P Q 二方に等しきものなり。

第十一章 運動の法則

一 兒童に課す慣性の實驗

(一) コップに名紙又は葉書をのせ、其の上に小石を置き、第十章實驗(一)の如くして、指にて名紙(葉書)を弾き、急に運動せしむれば、小石は之と

第 三 十 五 圖



急に引かしむれば、錘は運動せずして反て糸は切斷すべし。

(二) 又竹片にて、弓を作り、其の中央に孔を穿ち、之に圖の如き矢の細き部分を嵌め、其の先きに木栓を

共に運動せずしてコップ中に落つべし。又第十章實驗(一)に用ひたる木片又はマッチ箱を、葉書上にのせ、葉書を急に引かしむれば、箱又は木片は机上、同位置に留まるべし。

又レトル臺に、圖の如く重き錘を吊し、之に細き糸をつけ、臺を押へて靜かに糸を引かしむれば、錘は糸の方に運動するも、

第 三 十 六 圖

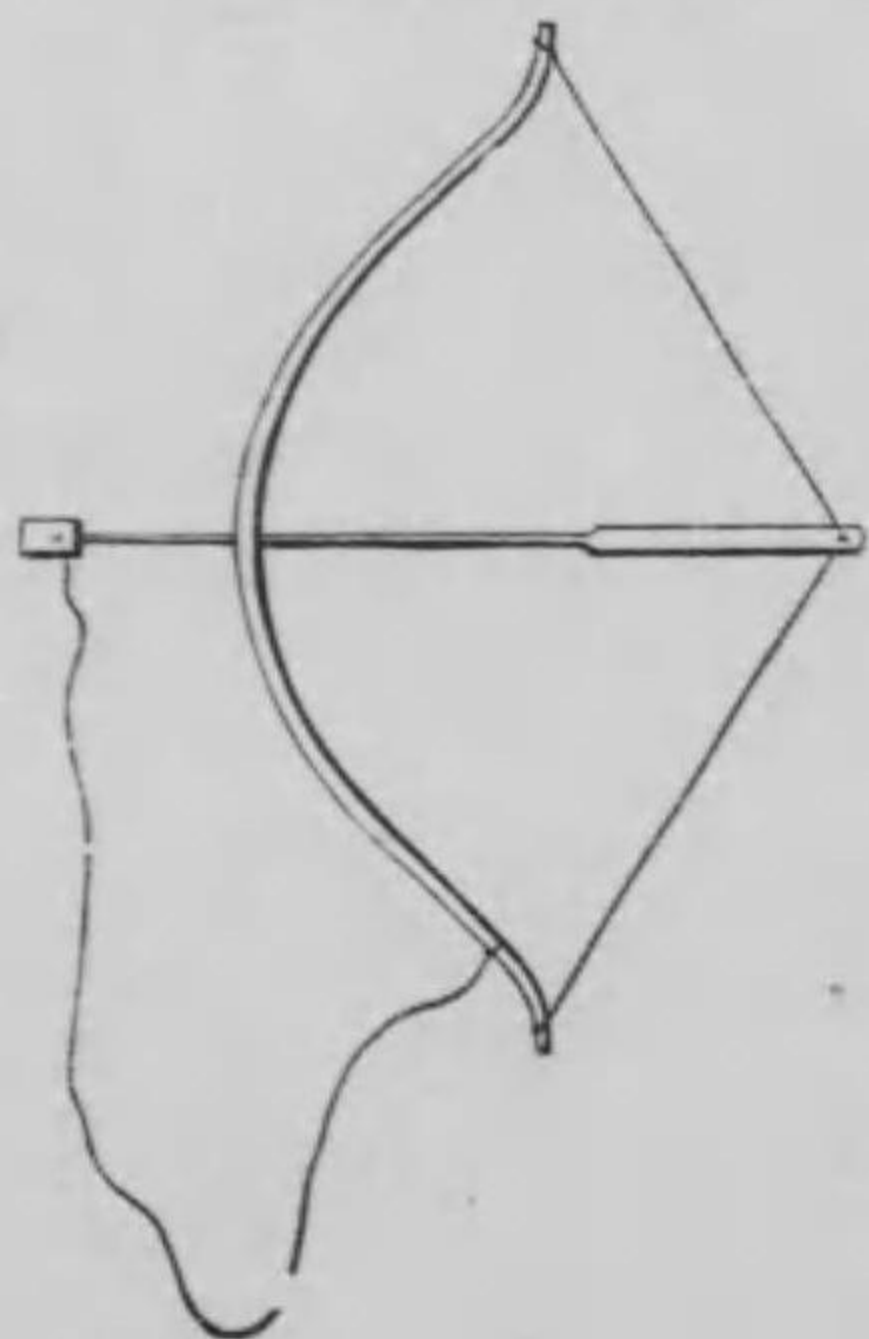


圖 七 十 三 第



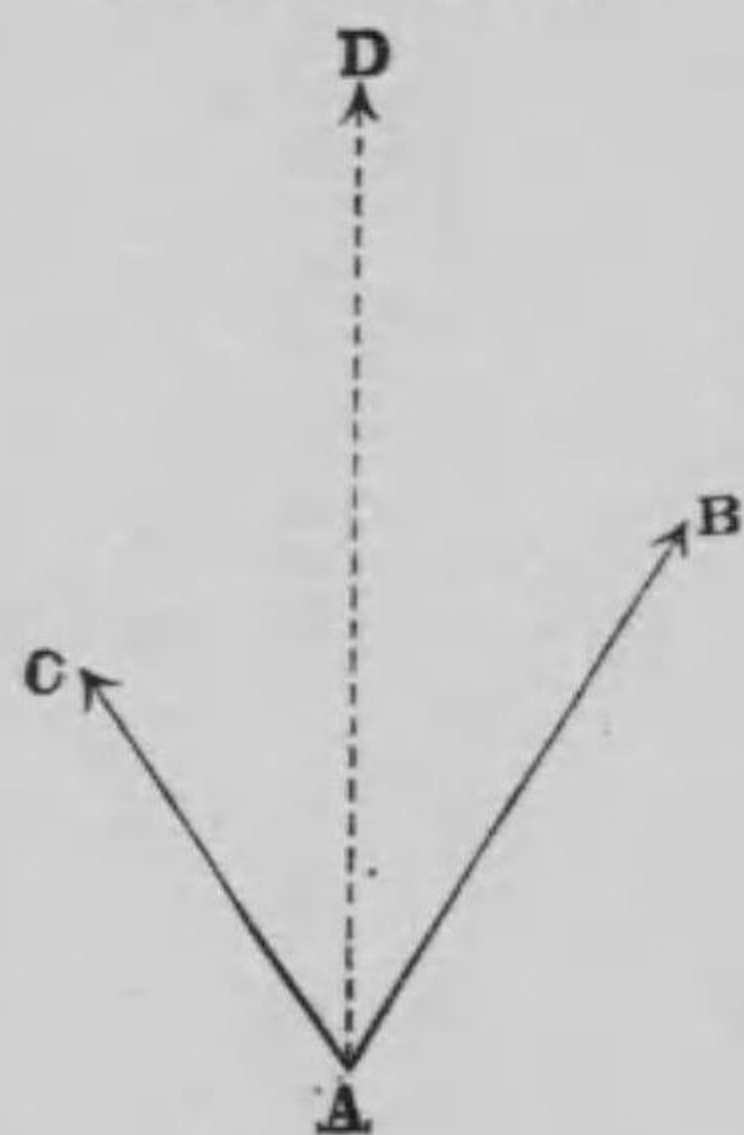
挿し、矢を引き放せば、矢は中程の太き部分の所にて、其の運動を止めらるるも、コルクは飛び去るを見る。實驗(一)(二)によりて靜止せる物體は、何時までも靜止の状態を續けんとし、運動せる物は、又何時までも運動の状態を續けんとすることを知らしむべし

二 兒童に課す働と反働との實驗

(一) 同一の木綿針を二本宛圖の如く作りて、兒童各組に與へ、(尤も針の一方は之を磁石となし置くものとす)各別に吊して、互に接近せしむれば、針は、互に近寄りて、相吸引す。依て働あれば、又反働あることを知るべし。

(二) 第十章の實驗に用ひたる木片、又はマッチ箱二ツ宛を兒童各組に與へ、其の鈎を細きゴム線にて連結し、之を机上に置き、ゴム線を引きのばして、同時に箱又は木片を放せば、箱は同様に引かれて接近す。此際

圖 八 十 三 第



大きさ異なる木片を用ふれば、小さき物は大きな物より、多く引き寄せらるべし。又ゴム線を取り去り、竹片を彎曲して、箱又は木片の間に挟み、兩手にて之を近づけたる後、同時に之を放せば、木片は竹片に壓せられて兩側に飛び去るべし。此際用ふる木片に大小あれば、大きな物より小なる物は、よく突き飛ばさる。依て働と反働とは、其の方向相反し、其の強さ相等しきことを知らしむべし。

三 兒童に課す運動變化の實驗

(一) 直徑五分許りの球を檜の如き木にて作り、之を机上滑かなる所に置き、指にて軽く弾きて運動せしめ、其の運動を續くる間に、側方より木片又はマッチ箱等にて、軽くつかしむれば、舊の方向と、突きたる方向との中間に向て運動す。又

第十章の實驗に用ひたる木片に、AB ACの方向にゴム線を附け、ゴム線の他端をB、C二點にて机上に固定し、圖の如く木片を引きて之を放つ時は、ADの方向に運動すべし。依て運動せる物體に力を加ふる時は、其の向を變ずること、並に同時に方向異なる二力に作用せらるれば、其の二力の方向の中間に向ひて、運動することを知らしむべし。

(二) 又机の一侧に板を立て、之と或る角度をなして軽く球を弾けば、球は板に當りて後反射す、而して其の方向は、球が板に衝突する前になしたる角度と殆んど等しき角度をなすべし。

若し板の代りにマッチの箱を置き、之に烈しく球を衝突せしむれば、箱も共に其の方向に一時運動すべきも、軽く衝突せしむれば、静止するか又は反射すべし。

依て運動する物體が、他物に當るときは、其の向きを變じて反射すると、及び物體の速さによりて、其の有する勢力に差異あることを知るべし。

四 拋物體の實驗

空き瓶を中程より切斷して、其の口に硝子管を通したるコルクを嵌め、硝子管にはゴム管を挿し、ゴム管の他端に尖口ある硝子管を通し、瓶に水を入れ、之を硝子管の尖口より流出せしむれば、水は拋物線をなして噴り出すべし。此の際尖口の方向を變ずれば、又種々なる形の、拋物線をなして流出す。依て拋物體の運動の状態を目撃することを得。

五 兒童に課す圓運動の實驗

ブルキ製の小さき手桶の柄に、一尺五六寸の強き糸をつけて、兒童各組に與へ、桶に水を入れ、糸の一端を持ちて垂直面内に回轉せしむるときは、手は常に桶に引かるるも、水は少しも流出せざるべし。依て圓運動をなすときは、遠心力と求心力とあることを知らしむべし。

六 振子の實驗

レトルト臺に、長さの異なる二個の振子を吊し、之を同時に振動せし

むるときは。短き振子は、長き者よりは、同一時間内に多く振動することを知る。又長さ等しくして、錘の異なる振子につきて實驗すれば、兩者の振動数の異なるを見る。依て振子は長さ丈等しければ、其の週期は皆相等しきことを知るべし。

第十二章 光の反射

一 兒童に課す光の直進の實驗

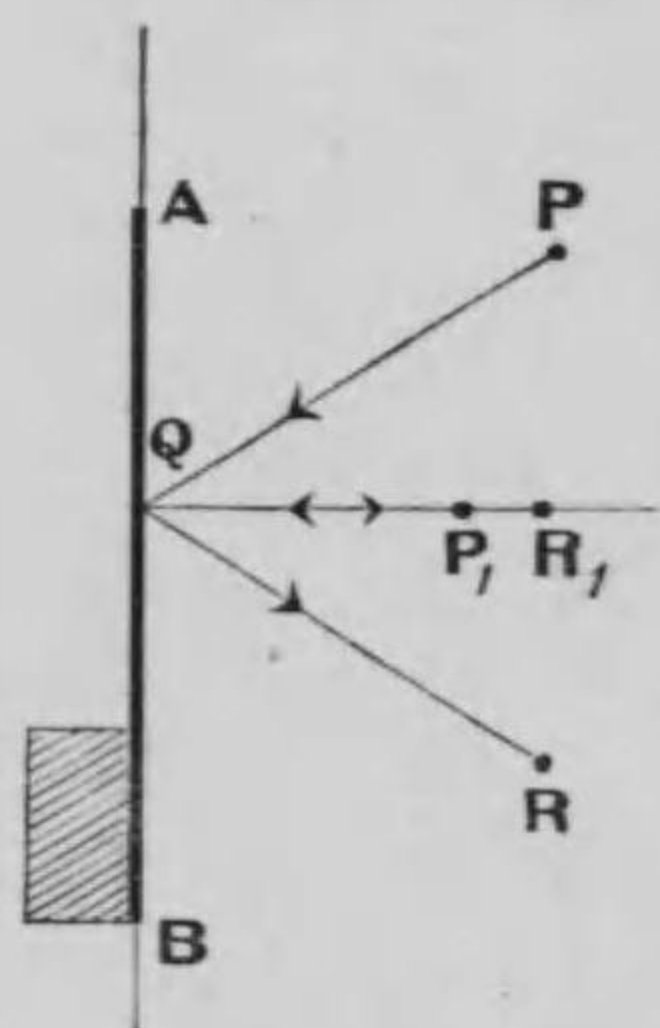
巾四寸、長さ六寸許りの、同じ大きさの板二枚を取り其の各に同じ高さの小孔を穿ち、之を臺上に取り附け直立し得るが如く装置したる者を、兒童各組に與へ、燭火に面して一の板を立て、其の小孔より燭火を眺めしむるに、板を少しく動かすも、尙よく之を眺むることを得べし。更に

燭火と此の板との中間に、他の板を立て、兩者の小孔を通じて、燭火を眺め得るが如く装置し、燭火と二つの孔との位置の關係を觀察せしめば、之に依て光は直線に進行することを知らしむべし。

二 兒童に課す光の反射の實驗

(一) 畫板に紙を張り、其の中央に直線ABを引き、其の上に任意の一點Qを取り、ABと任意の角をなす直線QPを引き、豫め與へ置きたる平面鏡の反射面をABと一致するが如くに直立せしめたる後、QP上に鉛筆にて、Pに標を附し、鏡に影するPの像と、Qとを通して一直線に見得る所にR點を附し、鏡を取り去り、QRを連結し、又ABに垂直線QR₁を引けば角PQR₁ = 角R₁QRなることを知る。最も分度器を用ひざるときはPQ = QRに取、PとRとを結び、之とQRとの交點をR₁とす

圖 九 十 三 第



最も分度器を用ひざるときはPQ = QRに取、PとRとを結び、之とQRとの交點をR₁とす

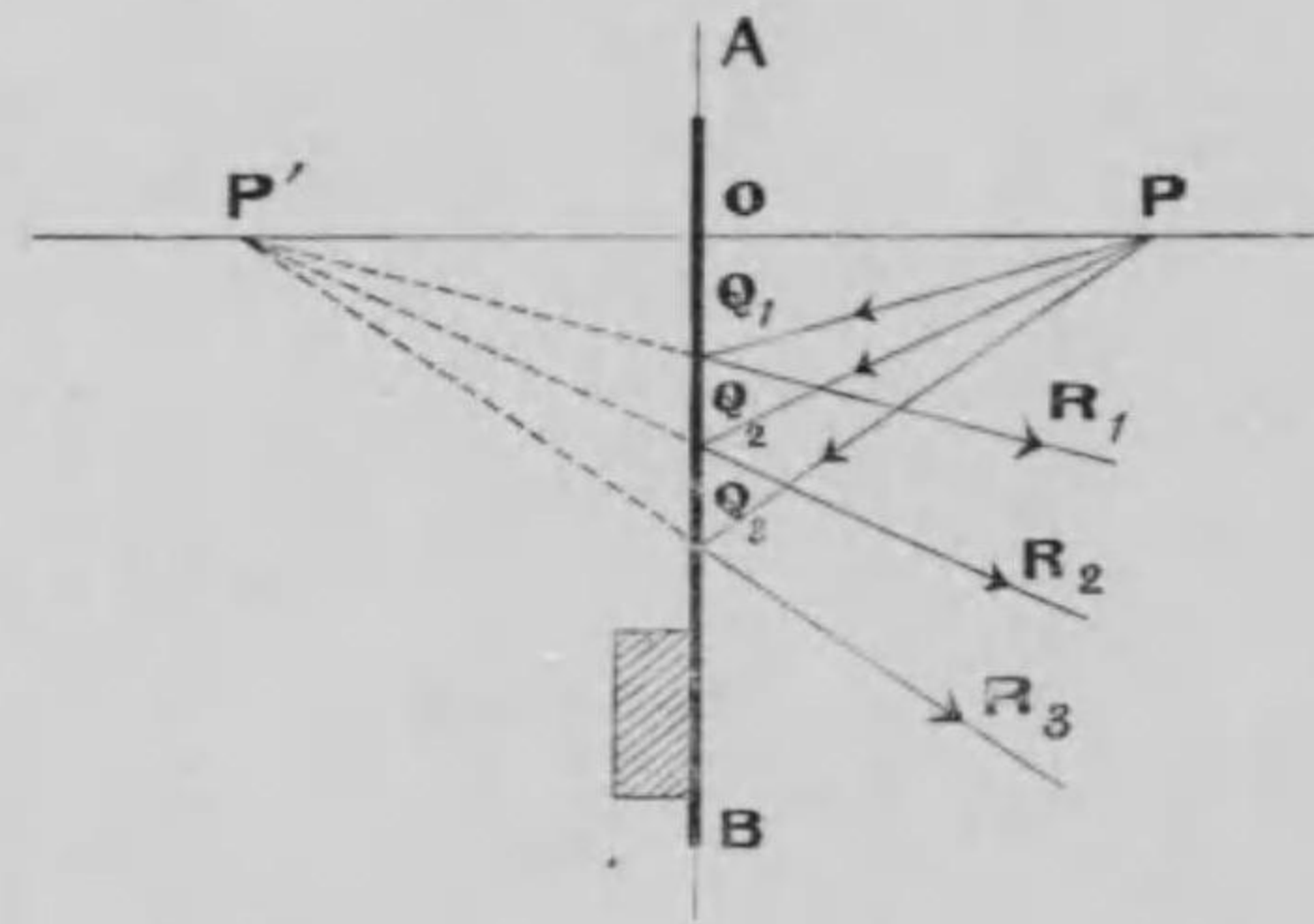
れば、 $PR_1 = R_1R$ となるべし。A 點の位置を變じて、斯の如き實驗を數度行はしむれば、之に依て入射角と反射角とは相等しきことを知らしむべく、又 QR_1 上に標を附して、之より發する光の反射する道を實驗せしむれば又 QR_1 と一致することを知るべし。

(二) 又 P 點に鉛筆を直立せしめ、R 點より Q 點を通して鉛筆の各部分を眺めしむるときは、QR と一直線をなして見得る點は、唯其の紙面に接する部分のみなるべし。依て PQ (入射光線) と、QR (反射光線 QR_1 (垂線) とは、同一平面上内にあることを知らしむべし。

三 兒童に課す平面鏡の實驗

(一) 畫板上に貼りたる紙面に、直線 AB を引き、之と直角に他の直線 PP' を引きたる後、平面鏡の反射面を、AB と一致せしめて、紙面に垂直に立て、 PP' 上鏡面より二寸許りの點に、P を取り、又 AB 線上に、三分許りの距離に Q_1, Q_2, \dots 等を取り、鏡によりて生ずる P の像 P' と、 Q_1, Q_2, \dots

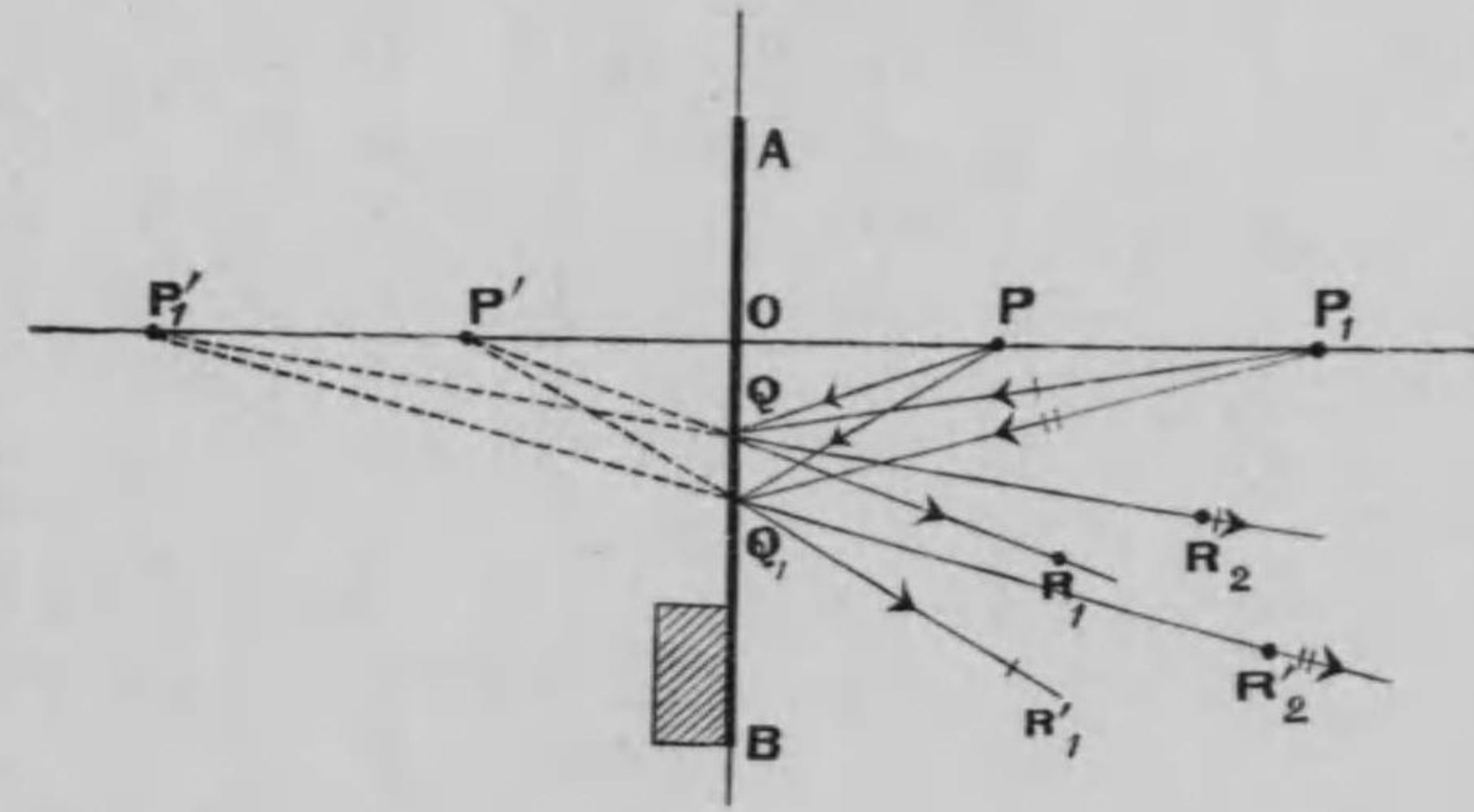
圖 十 四 第



等とを一直線に見得る所に、(即ち P より發する光の Q_1, Q_2, \dots 等より反射する光線) R_1, R_2, \dots 等の標を附したる後、鏡を取り去り、P と Q_1, Q_2, \dots 等、及び $Q_1, R_1, Q_2, R_2, \dots$ 等を結び、更に $Q_1, R_1, Q_2, R_2, \dots$ 等を、逆に點線にて延長せしむれば、何れも皆、 PP' 上の一線 P' に於て交るべし。依て P' より發する光線が、AB より反射する時は、恰も鏡後の P' 點より發するが如き方向を取りて、 P' に實物あるが如く感せしめ、以て此所に其の像を生ずるものなることを知らしむべし。

(二) 又 PO $P'O$ の距離を計らしむれば、 $PO = P'O$ なるべし。更に鏡を AB に直立せしめて、 PP' 上に鉛筆を立て、之を鏡に接近せしむれば、其の像

圖 一 十 四 第



も亦鏡に近寄より、遂に鉛筆が鏡に接すれば、像も亦鏡に接すべく、鉛筆を、鉛より遠ざくれば、像も亦鏡より遠ざかるべし。依て實物と其の像とは、鏡に對して對稱なることを知らしむべし。

(三) 實驗(二)の如くに、平面鏡をAB上に直立せしめ、PP'の兩側に、xyなる二點を鉛筆にて標附け、xより發する光のQ及Q₁よりの反射光線QR及Q₁R₁ yより發する光の、Q及Q₁よりの反射光線Q'R'及Q₁R'₁を、引かしめて、各其の像x'及y'の位置を決定せしむれば、x'及y'は夫々xyと、PP'の同一の側にあるを見る。依て平面鏡によりて生ずる像

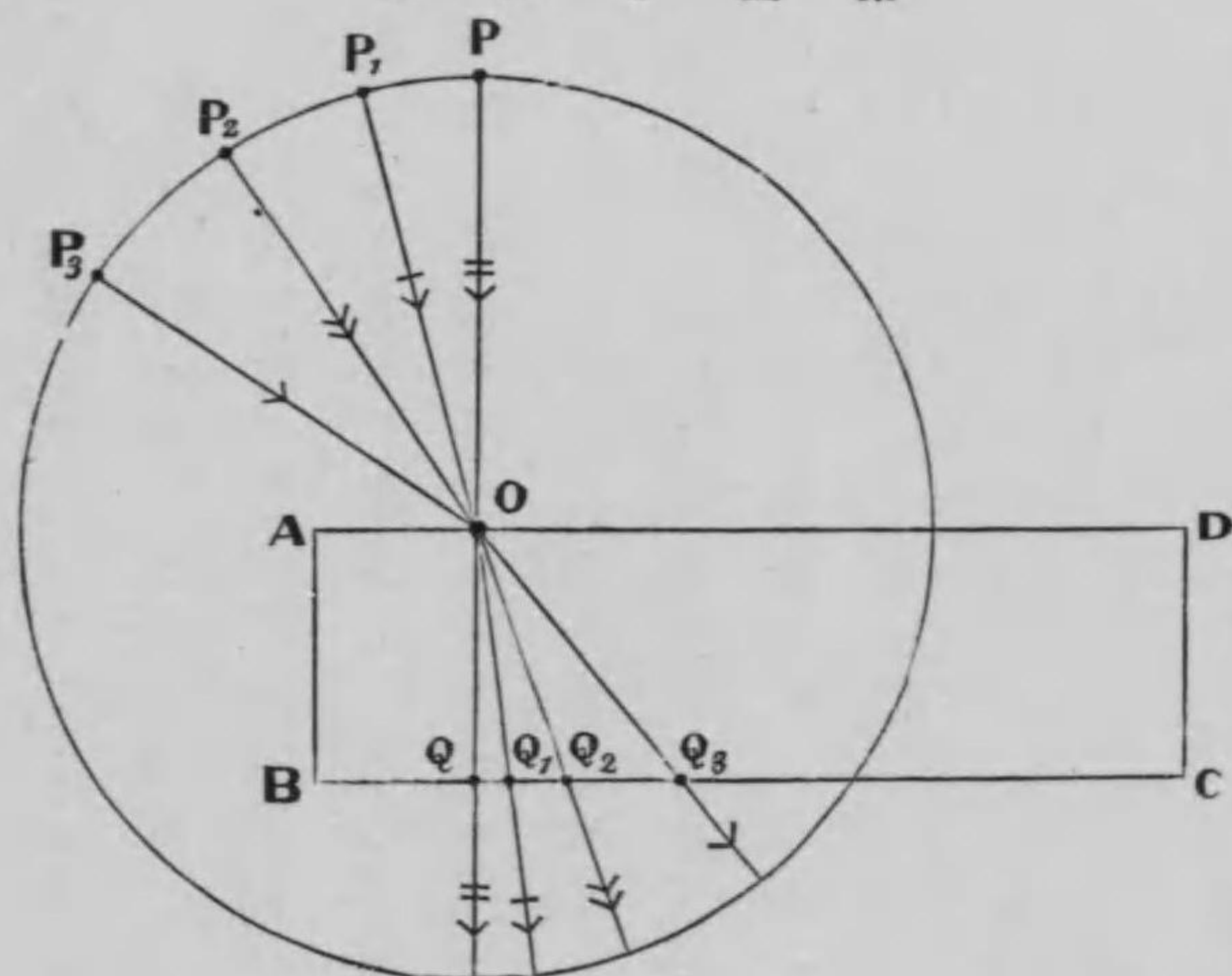
は、左右相反して見ゆることを知らしむべし。

四 反射の實驗

長さ一尺五寸、巾一尺許りの硝子板を直立せしめ、其の前方に燭火を置き、之と對稱の位置に、コップ又はガラスコの如き者を置くときは、燭火は硝子板より反射して、恰も其の背後に置きたる者の中にあるが如く見ゆ。又二枚の平面鏡を並行せしめて垂直に立て、其の中間にインキ壺の如き者を置き、一の鏡の中程の裏面を斜して小さき孔を作り、之れを通して他の鏡面を眺むれば、無數の像が一直線に列なりて見ゆ。更に此の鏡を角度をなして置けば、其の角の小なる程、多くの像を眺め得べし。

第十三章 光の屈折

圖 二 十 四 第



一 兒童に課す光の屈折の實驗

(一) 任意の半徑にて中心Oなる圓を描き、之に直交する直徑を引きたる紙を、兒童各組に與へ、之を畫板上に置き、其の直徑に接して厚さ三分三分以上の厚さの者なれば一層可なり(長さ五寸巾三寸位の板硝子を垂直に立て、其の輪廓ABC Dを引かしたる後、圓周上圖に示すが如き所に、鉛筆にて $P P_1 P_2 \dots$ 等の標をつけ、硝子を透して之を眺め、 $PO P_1O P_2O \dots$ 等と夫々一直線に見ゆる點に、硝子に接し

て $Q Q_1 Q_2 \dots$ なる標を附せしめ、硝子を取り去り $PO OQ$ 及 $P_1O OQ_1$ 等を連結せしむる時は、之に依て硝子中を光が通過する時は皆垂線 PQ' に近寄りて屈折することを知らしむべし。

又Pより發する光線が硝子板中を通過して、更に之より屈折して出づる光線を引き、是等を夫々 $PO OQ$ 及び QR とすれば、 QR と PO の延長線 OS とは並行するを見る。依て硝子板を通過したる光線は、屈折するも、其の方向は最初の入射光線と並行することを知らしむべし。

(二) 又實驗(一)の如くして、硝子板の側面BC上に三分位づつ離れて、 P_1

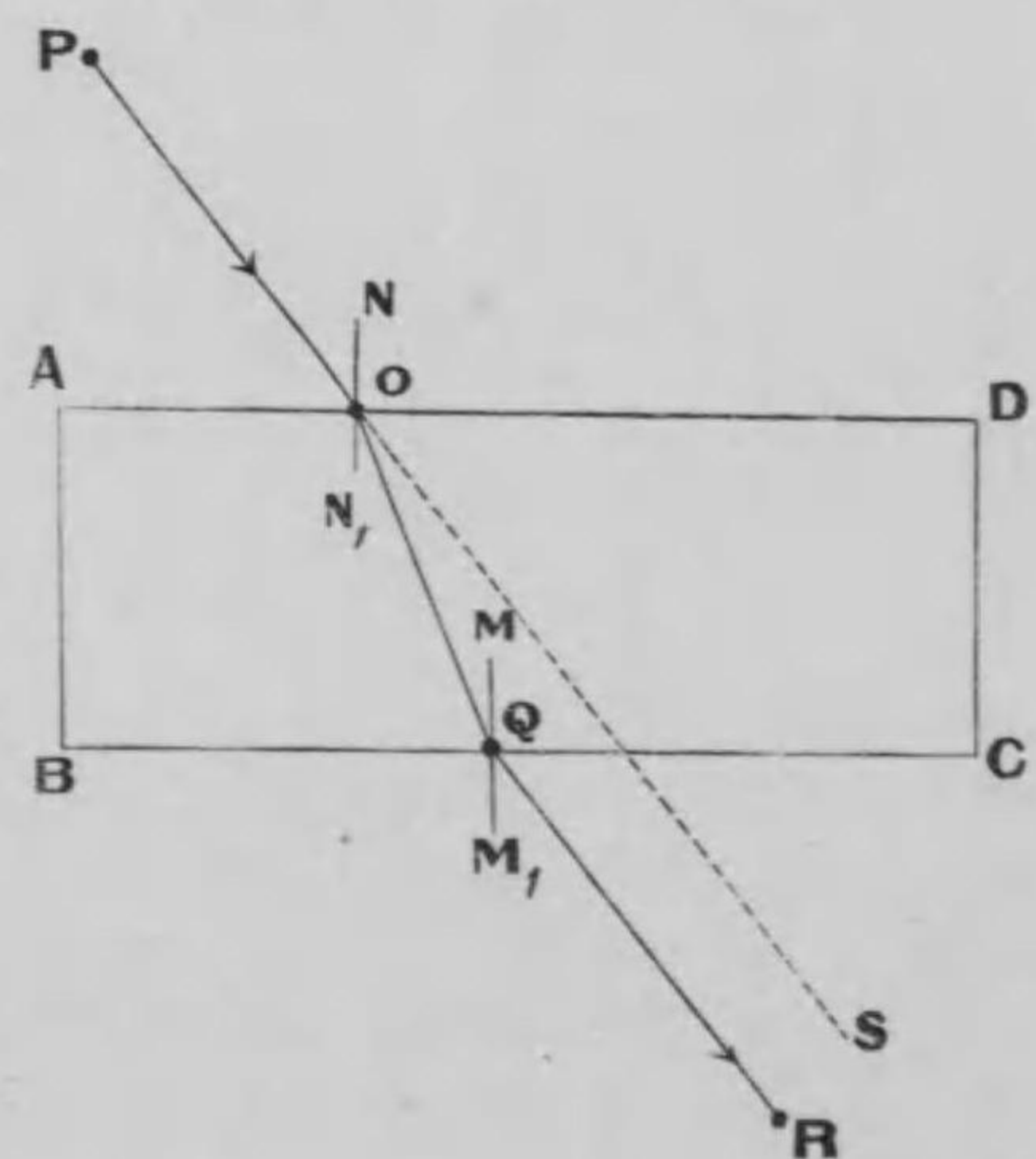
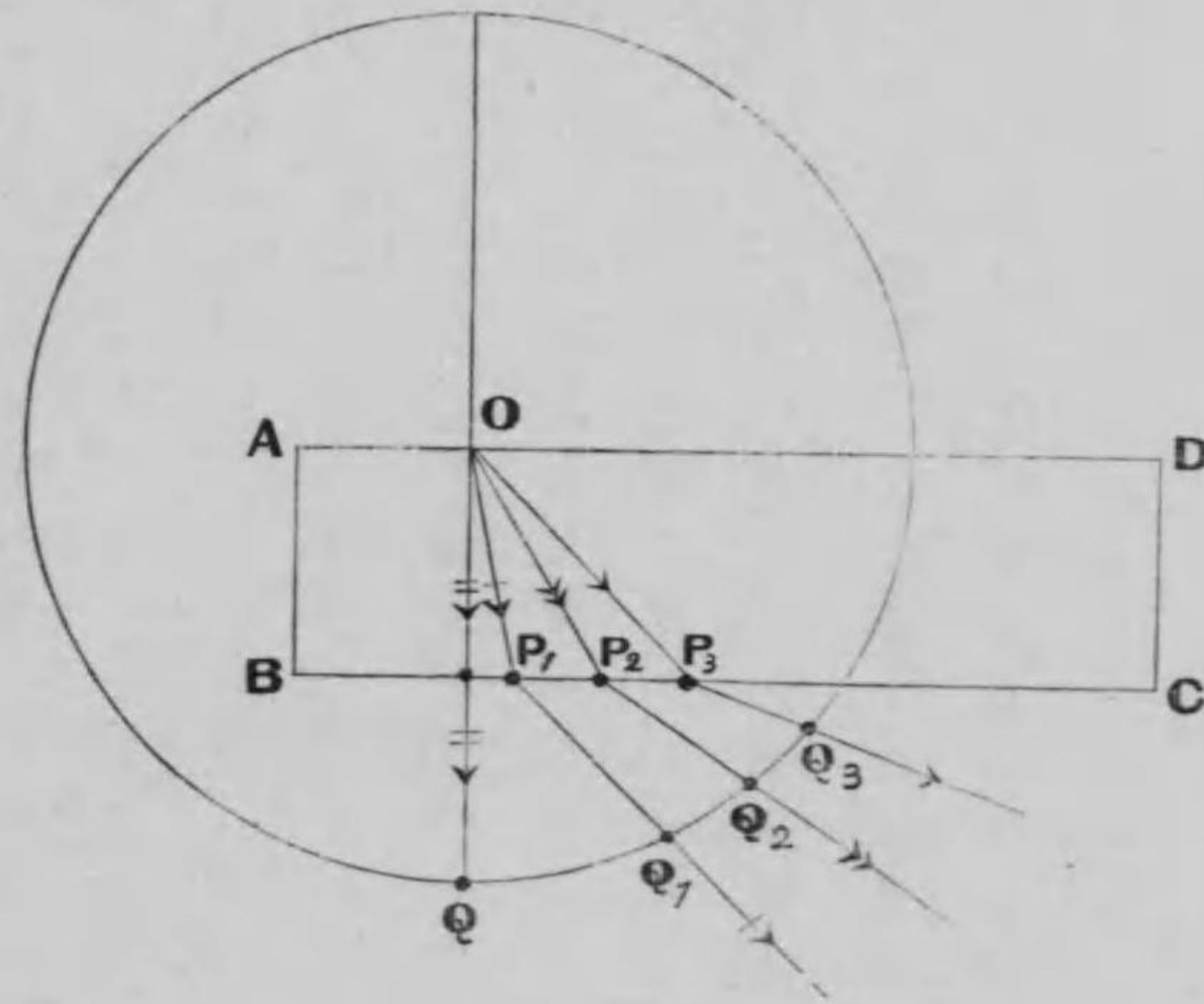


圖 四 十 四 第



P_2, P_3, \dots 等の標しを附し、 O と P_1, P_2, \dots と、一直線に見ゆる所の圓周上に夫々 Q_1, Q_2, \dots を附し、硝子板を取り去り、 O と P_1, P_2, P_3, \dots 及び P_1Q_1, P_2Q_2, \dots を連結せしめ、且つ P_1, P_2, P_3, \dots に於いて、 BC に垂線を引かしむれば、之に依て、硝子より空中に出づるときも、光は屈折すること、及び此の場合には、屈折光線は垂線に遠ざかることを知らしむべし。

中鏡の裏面を、硝酸をつけたる布片にて拭ひて、其の反射面を除去して

此の實驗に用ふる硝子板は、懐

用ふも可なり。

(三) 又前の實驗の如くして、 P より發する光線が、硝子板を通過する光線と、其れが Q_1, Q_2, \dots 等に於ける屈折する方向とを求めしめ、屈折光線を逆に延長して、之れが PQ, P_1Q_1, P_2Q_2 等と交はる點 P_1, P_2, P_3 等を求むれば、之に依て光の屈折によりて物體が浮き上りて見ゆることを知らしむべし。

(四) 茶碗の底に、銅貨又は小石を入れ、之が碗の縁にて、丁度遮ぎられて見へざる點まで退きて、碗に水を入れしむれば、再び見ゆべし。是れ光が水より空中に出づるときは其の點に立てたる垂線に遠ざかりて

圖 五 十 四 第

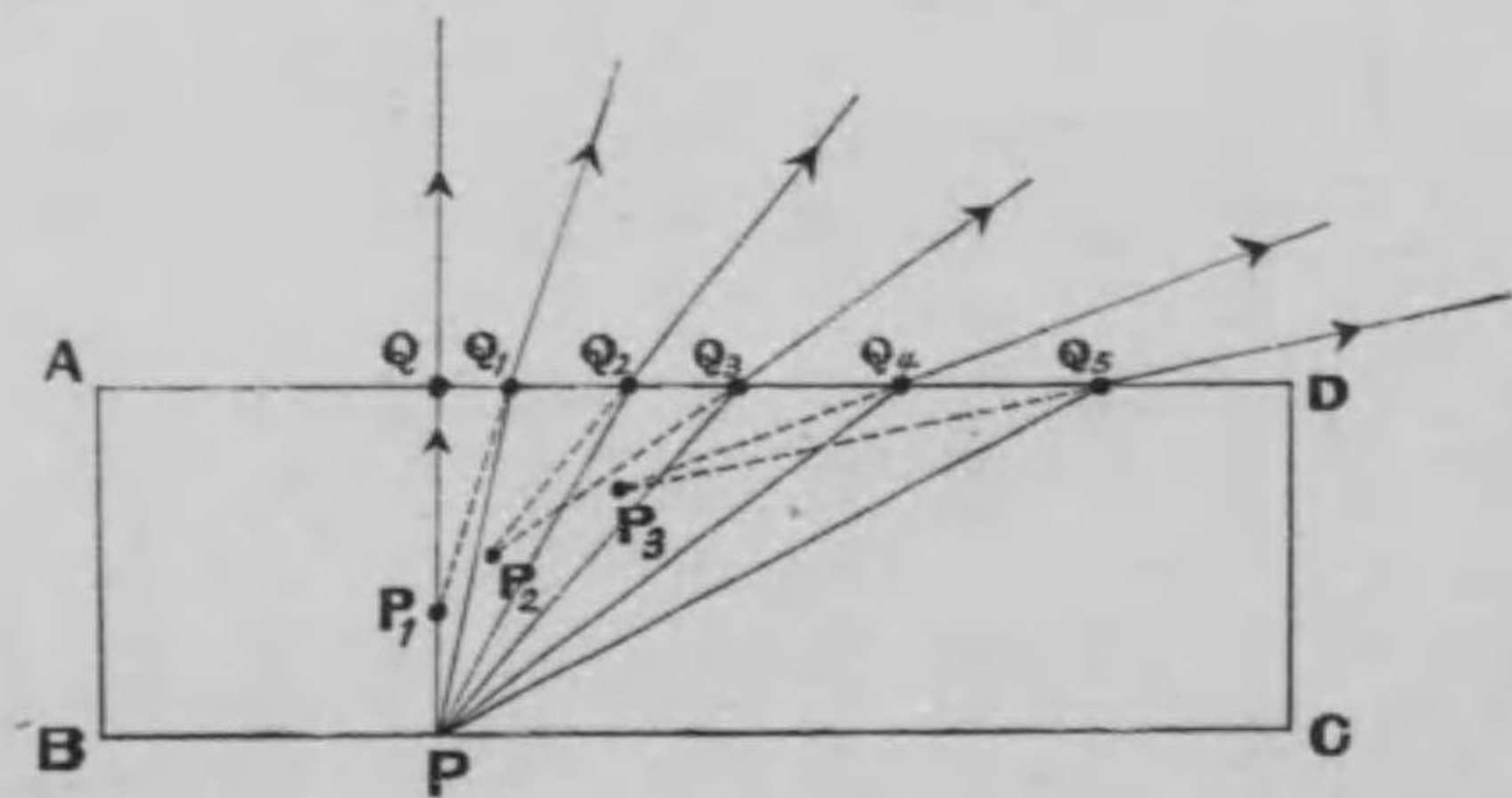
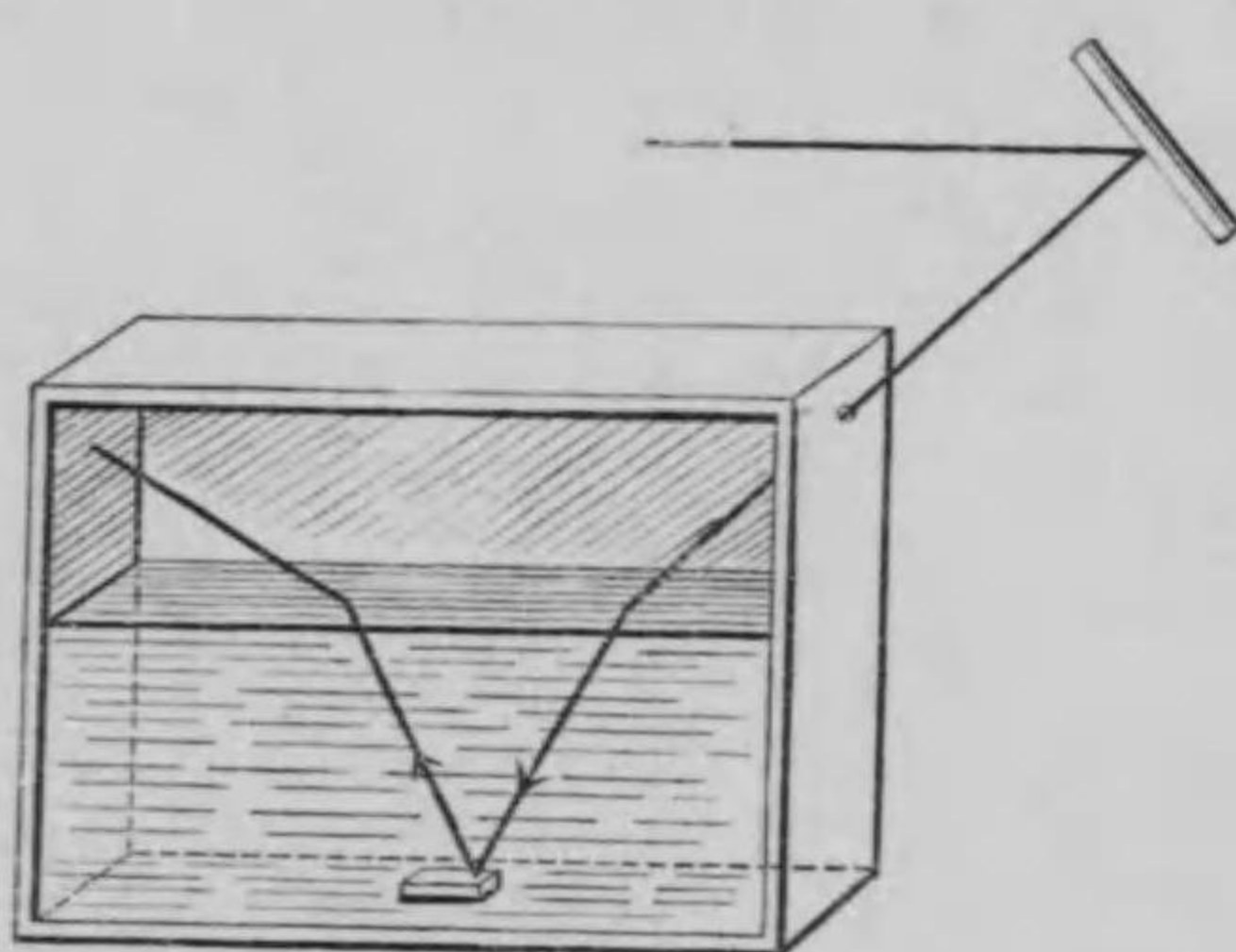


圖 六 十 四 第



屈折するによるなり。

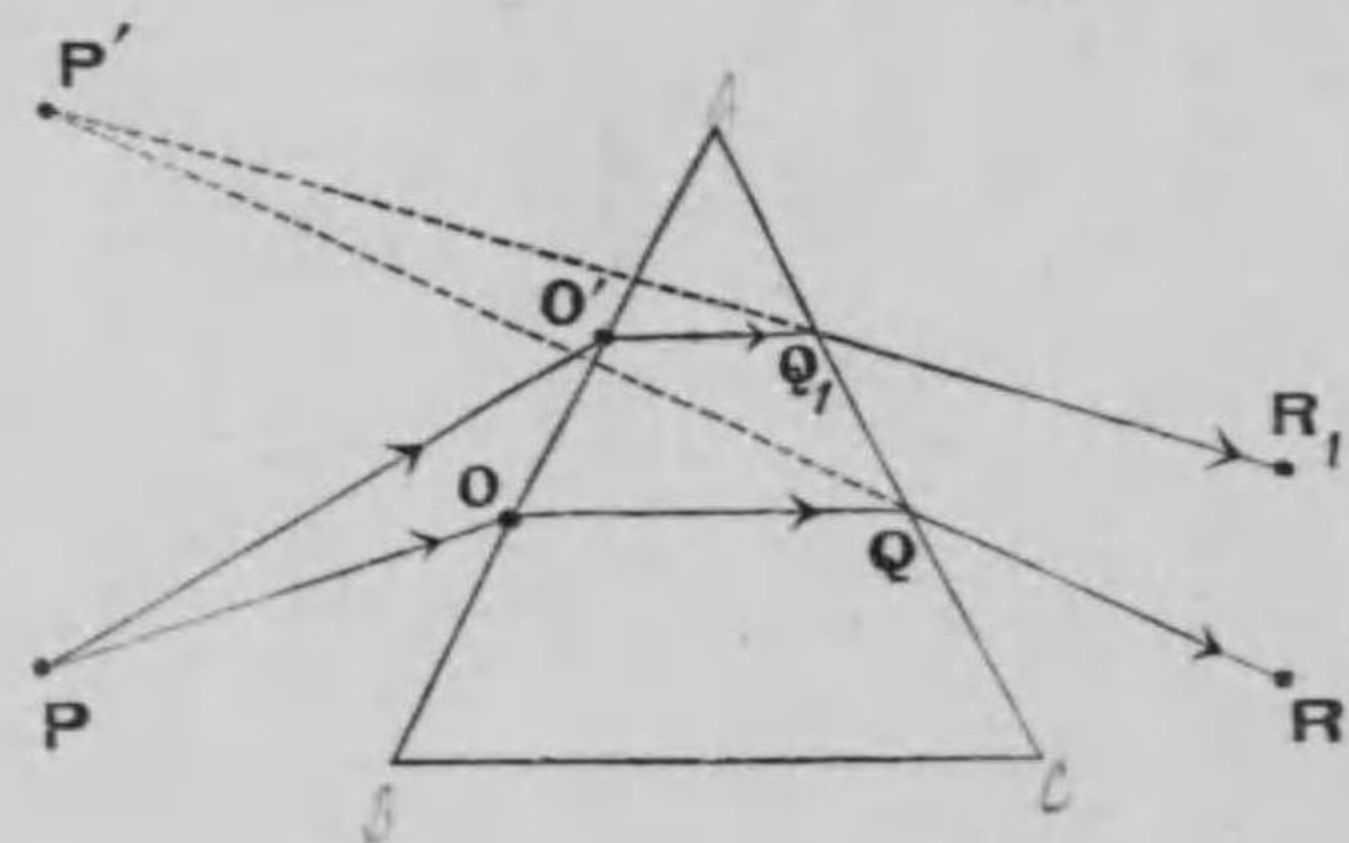
二 光の屈折の實驗

方形の硝子器、又は箱の側面を、硝子にし、他の側面の内部を黒く塗りたる者に、約四分目許り水を入れ、之を石鹼にて僅かに濁し、圖の如くして光線を此の中に導き込めば、光は水面にて屈折し、水中に進むべし。又器底に平面鏡を置けば、屈折光線は、之に當りて反射し、水より空中に屈折して出づべし。

此の實驗をなす際には、水の上部に鹽酸とアンモニヤとを化合せしめて鹽化アンモニウムの白煙を生せしめ置くを可とす。

三 兒童に課すプリズムの實驗

圖 七 十 四 第



る状態及び光の屈折する爲めにPの像がP'に見ゆること等を知らしむべし。

畫板上に白紙を置き、之にプリズムを立て、其の側にPなる點を、又プリズムの縁りABに三分許隔ててO'なる點を附け、プリズムを透してPとO、PとO'を眺め、之と一直線に認め得る點に、プリズムの縁ACに接してQ、Q'をつけ、更にPとO、Q、PとO'、Q'を一直線に認め得る所に、R、R'なる標を附し、プリズムを取り去り、P、O、Q、R及びP、O'、Q'、R'を順次に連結せしめ、且つQR及Q'R'を逆に延長せしむれば、一點に於て會すべし。依てプリズムを通過して光の屈折する状態及び光の屈折する爲めにPの像がP'に見ゆること等を知らしむべし。

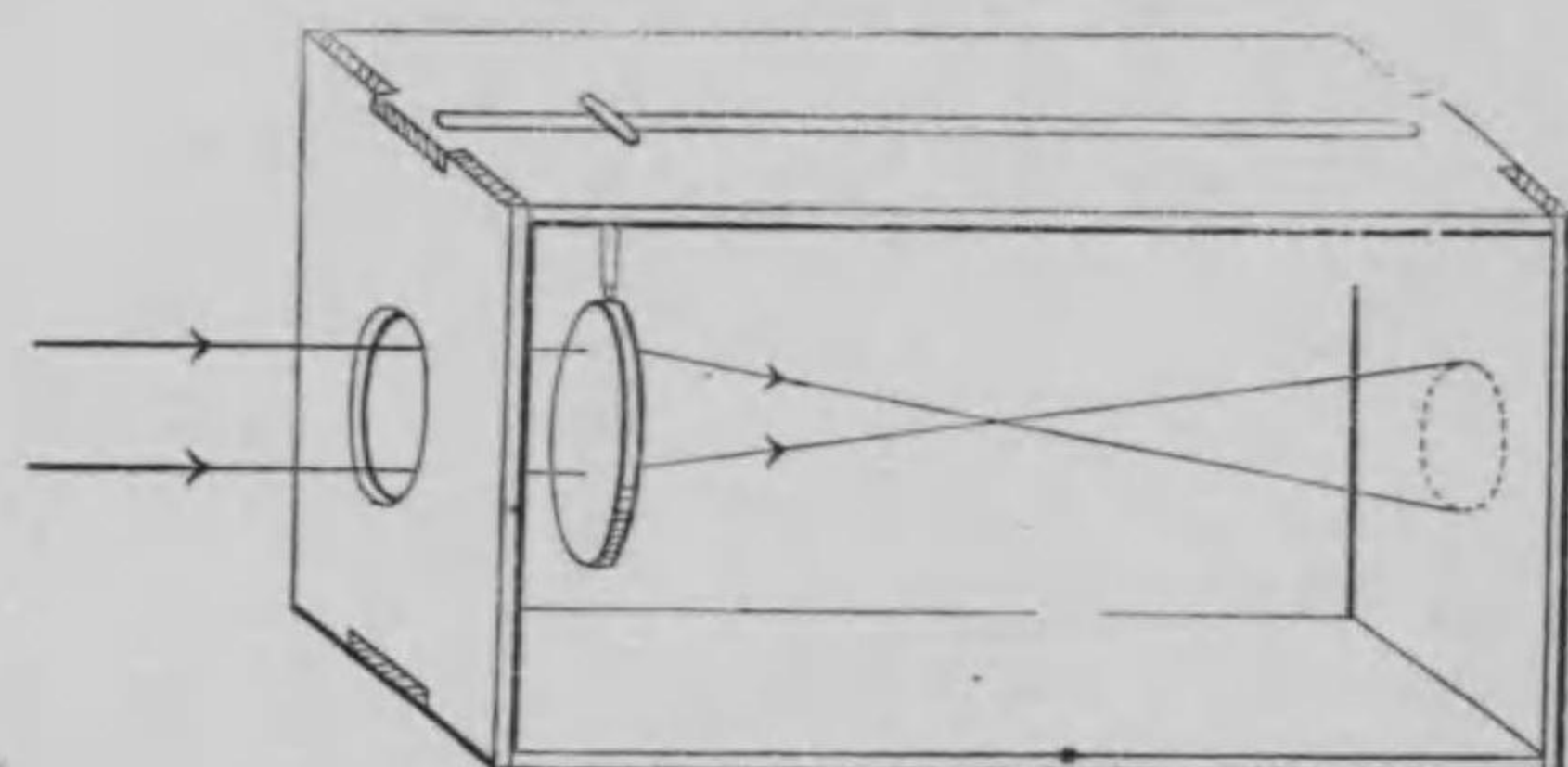
第十四章 レンズ

一 兒童に課す凸レンズの實驗

(一) 方一尺長さ二尺五寸許りの箱を作り、其の一側面を硝子とし、硝子に隣れる側面の中央に溝を作りて、レンズを箱中に出入し得るが如くしたる者を兒童各組に與へ、箱の中を線香の煙りにて煙らし、一側面に穿たれたる穴に近く凸レンズを置き、第四十八圖の如くして之に光線を送るときは、光はレンズを通過して後、收斂して一點に會し、之より更に發散すべし。此の光の會合する點に紙片又はマッチの軸木の如き者を置けば、著しく輝き、且つ暫時にして點火するに至る。

(二) 太陽の光線に代ふるに、レンズより數尺り隔て、燭火を箱の前方に置き、箱の底部に接して、吊されたる障子を、レンズに近づかしむれば、燭火の倒像を其の上に生ずるに至るべし。而して燭火をレンズより

圖 八 十 四 第



眼鏡に凹レンズを用ひ、

遠ざくれば、其の像は益々小さくなりてレンズに接近し、燭火をレンズに近すくれば、其の像は、次第に大きくなりてレンズより遠ざかるべし。依て凸レンズにては、倒立せる實像の生ずること、及び實物とレンズとの距離によりて、其の大きさ及び像の生ずる位置に差異あることを、知らしむべし。

(三) 燭火の倒像を明瞭に障子上に生せしめたる後、レンズと燭火との中間に凹レンズを挿入し、蠟燭よりの光をして此の兩レンズを通過せしむる時は、像はレンズを遠ざかり、又凸レンズを挿入すれば、像はレンズに接近す。依て近

老眼鏡に凸レンズを用ふる理を知らしむべし。

(四) 燭火に甚だ接近せしめて凸レンズを立て、之を透して燭火を眺めしむれば、蠟燭より大なる直立せる虚像を認むべし。依て凸レンズにては直立せる像をも生ずることを知らしむべし。

二 兒童に課す凹レンズの實驗

(一) 凸レンズの實驗の如くして、太陽の光線を實驗箱の中に送りて、凹レンズを通過せしむるも、光は發散して集交することなし。

(二) 燭火より凹レンズに光を送り、障子及蠟燭を如何に加減せしむるも、障子上に其の像を生せしむることなし。依て凹レンズにては、實像を生ぜざることを知る。

(三) 凹レンズを透して燭火を眺むれば、蠟燭の位置如何に關せず、直立せる小なる虚像を認むべし。

三 兒童に課す顯微鏡の理の實驗

(一) 蟲眼鏡に眼を接し、小なる物體を之と反射の側より次第と之に接

近せしめて、或る距離に達すれば、其の物體を大きく且つ明瞭に認むることを得べし。依て單顯微鏡の理を知らしむべし。

第十五章 物の色

一 プリズムにて光の分散の實驗

(一) 凸レンズの時の實驗に用ひたる箱に日光を導きて、之をプリズムの一の面に受くる時は、日光はプリズムによりて屈折せられ且つ此の屈折したる光を障子に受くれば、美麗なる色帯を生ず。此の色帯を屈折の順序に吟味すれば赤橙黄緑青藍堇の七色なり。

(二) プリズムにて分散せられたる光の進路に、他のプリズムを逆に置きて再び之を通過せしむれば色帯は變じて白色となるべし。依て日光は

七色より成り、之がプリズムの爲めに分散せらるることを知る。

二 物の色の實驗

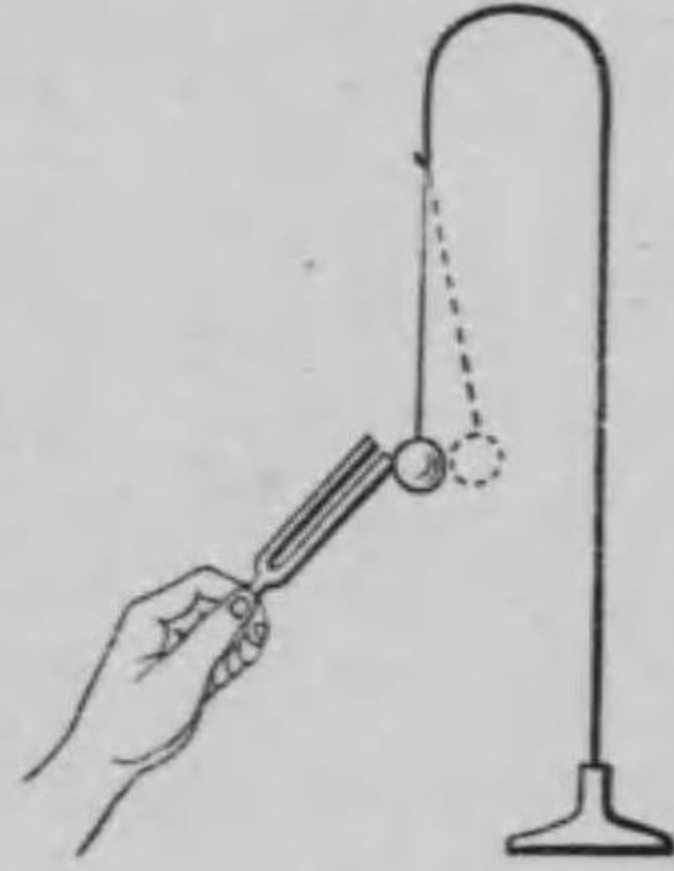
- (一) 色硝子を透したる光をプリズムに受くれば、屈折せらるるのみにて更に分散せらるることなし。依て色硝子は七色中の他の色を吸収して其の色のみを透過せしむることを知る。
- (二) 又赤緑堇なる三色の硝子板を順次に重ねて、物體を見る時は次第と臙になり、遂に三枚を重ねれば全く見えざるに至る。之に依りても色硝子の光を吸収することを知るべし。
- (三) 色紙の一部分を水にて湿せば、他の部分より其の色鮮明となるべし。又白紙に一滴の油を下せば其の部分は他の部分に比して半透明となるべし。依て物體を湿す時は其の色鮮かとなること及び油紙の如きものは半透明體なることの理を知るべし。
- (四) 硫酸銅の結晶又は重クロム酸加里の結晶を乳鉢に入れて粉末にす

れば其の色淡くなり、硝子の如き者は、白色となる。依て物體を粉末となせば、皆其の色は白色に近づくことを知るべし。

第十六章 音

一 音の源の實驗

- 圖九十四第
- (一) 二絃琴の絃を張り、之に巾一分長さ一寸許りの。葉書の紙片を二重としてかけ、胡弓にて絃を軽く彈すれば、音を發すると同時に、懸けたる紙片は飛散し。又指にて絃を抑ふれば、之と同時に音は止むべし。
 - (二) 輕き玉の振子を吊して、之を靜止せしめ、音叉を鳴らし圖に示すが如く其の球に觸れしむ



れば、玉は著しく振動す。太鼓、鐘等を鳴らして又此の振子にて實驗すれば、同様の結果を得。此の二つの實驗によりて、音は物體の振動によりて、生ずることを知る。

二 音の傳達の實驗

(一) 玻璃鐘内に電鈴を吊し、鐘外より電流を送りて、之を鳴らさしめつつ、鐘内の空氣を排氣機にて排除する時は、其の音は、次第とかすかとなるべし。又鐘内に空氣を入れば、其の音は舊に復すべし。

(二) 校庭の一隅に於て、木片を打ち合せて、其の音を庭の他隅に於て聞く時は、木片の互に離れたる後、音を聞くべし。

此の兩實驗によりて、物體が振動するも、其の周圍に空氣なき時は、音の聞えざること、及び音が空中を傳はるには、時間を要することを知る。

三 音の反射の實驗

直徑一寸、長さ六尺許りの圓筒二本を厚紙にて作り、其の一端を接し他端を開き、角度をなして机上に横たへ、角頂に近く小さき板を直立せしめ、一の筒口に懐中時計を置き、他の筒口に耳を近づければ、セコンドの音を明瞭に聞き得べし。依て音は空中を傳はりて或る障壁に當れば、此所より反射することを知る。

四 音の高低の實驗

(一) 齒車を回轉し、其の齒に名紙の一端を觸るれば、車の回轉の速かなる時程其の音高く、車の回轉遅くなるに従て、其の音次第と低くなるべし。依て發音體の振動速かなる程、其の音は高きことを知る。

(二) 二弦琴を彈するに、強く張るに従て、其の音次第と高くなり、又同じ強さに張れる絃なれば、之を支ふるコマの間の部分、短き時程其の音高し。依て絃より生ずる音は之を強く張るか、又は長さを短かくする程、其の音高まることを知る。

五 音の強弱の實驗

二絃琴を彈するに強く弾く程、其の音を強く感じ、鐘太鼓を鳴すに之を強く打つ程、其の音強く響くべし。依て發音體の振動の幅廣き程、其の音は強くなることを知る。

六 共鳴の實驗

(一) 二絃琴の二本の絃を、同じ強さに張り、其の一方を弾じ、少時の後、其の絃を手にて押ゆるも、他の絃は振動して、小さき音を發すべし。又實驗(二)の如くに葉書の紙片を懸け置くときは、彈せざる方の絃も明に振動するを見るべし。

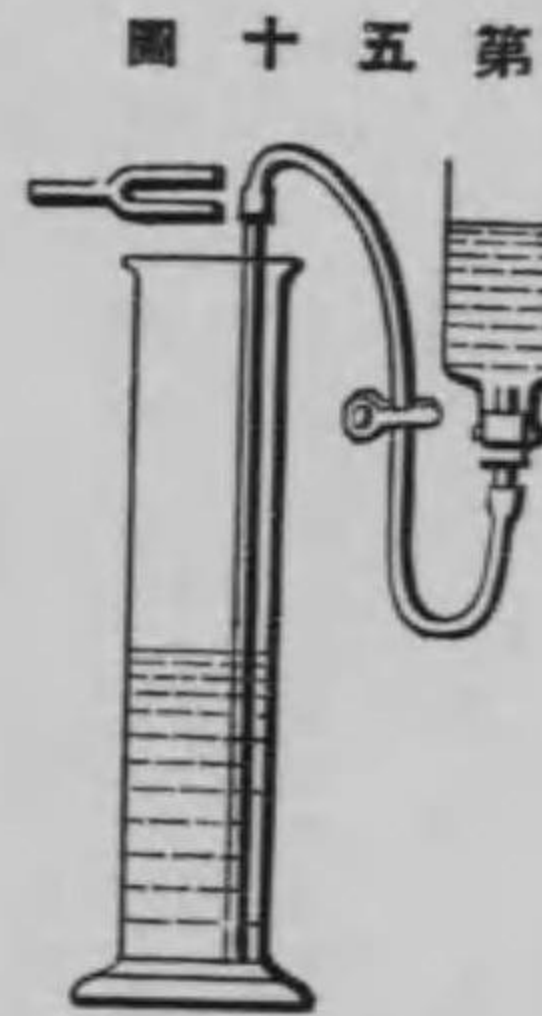


圖 十 五 第

(二) 聚氣筒に水を入れ、之に硝子管を挿入し、其の管端をゴム管によりて他の水を盛りたるAなる瓶に連絡し、音叉を筒口に於て鳴らしつつ、Aを上下して、筒内の水面を上下せしむれば水の深さが或る度に達する時、著しく音が大きくなる。又音叉を振動せしめて之を机上に立つるか、又は其の胴の上に立つれば、其の音は又著しく大となるべし。依て共鳴の實驗をなすと同時に樂器の胴の理を知ることを得べし。

七 兒童に課す音の實驗

(一) 巾一分、長さ一寸許りの薄きゴム膜を、兒童各組に與へ、之を兩手にて引き張り、口元に持ち來りて吹かしむれば、ゴム膜は振動して音を發すべし。又ゴム膜を強く張りて吹かしむれば、弱く張りて吹きたる時よりも多く振動し、且つ其の音は高し。依て發音體は振動すること、及び振動數多き者程、高き音を發すること、並に膜などは、薄き者程高き音を出すことを知らしむべし。

(二) 耳を机の一端に當て、他端を指にて軽く摩擦せしむれば、其の音を明瞭にきくことを得。依て固體も亦音を傳へることを知らしむべし。

第十七章 磁石の性質

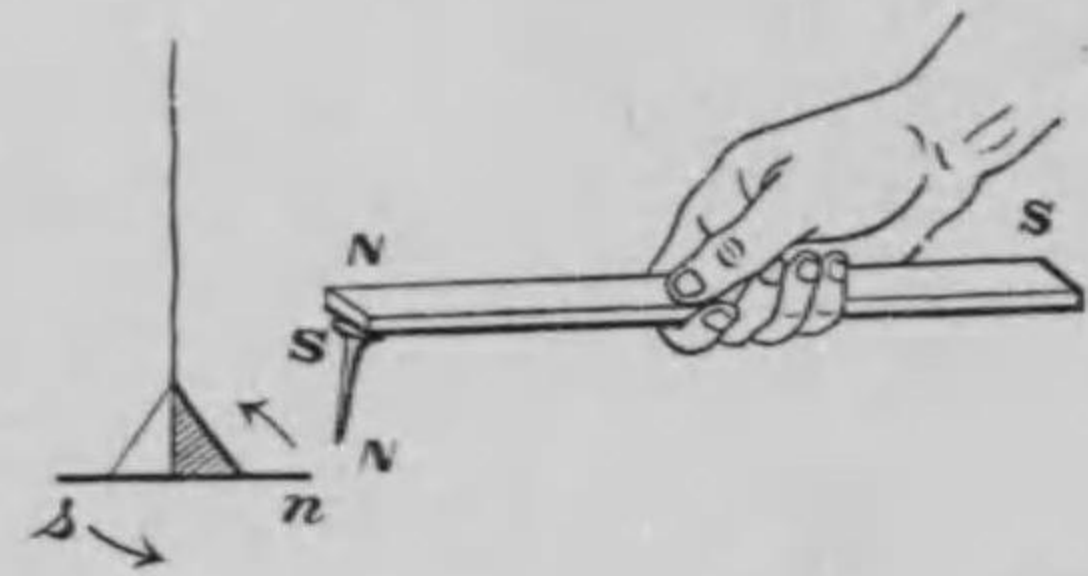
一 兒童に課す磁石の實驗

(一) 木綿針を磁石となして二本宛其の一は圖の如く、方形の紙の對角線上に包み、其の紙の一半を墨にて黒く塗り、且つ糸にて吊し得るが如くしたる者と、鐵粉とを兒童各組に與へ、糸にて包まざる磁針を、鐵粉中に入れしむれば、鐵粉は其の兩端にのみ多く、吸着せられ。又紙にて包みたる者を、吊さしむれば、南北を指して靜止すべし。依て磁石は鐵を吸引するものにして、其の力は兩端尤

圖一十五第



圖二十五第



も著しきこと、及び自由に水平面内に回轉し得るが如く吊せば、南北を指して靜止することを知らしむべし。

(二) 更に他の磁針も紙に包み、之を吊して其の南北に向ふ各端を決定したる後、一の磁針を吊し、他の磁石を手を持ちて、兩者の北極と北極、又は南極と南極とを近づかしむれば、相反撥すべく、一つの北極と他の南極、又は一つの南極と他の北極とを近づかしむれば、互に吸引すべし。依て同名の極は相斥け、異名の極は相吸引することを知らしむべし。

二 磁氣感應の實驗

(一) 棒磁石の北極に、長き釘の一端を吸着せしめて、其の釘の他端を、圖の如く磁針の北極に近づければ反撥し、磁針の南極に近づければ吸引すべし。

(二) 更に其の釘の一端に、他の釘又は鐵粉をつくれ

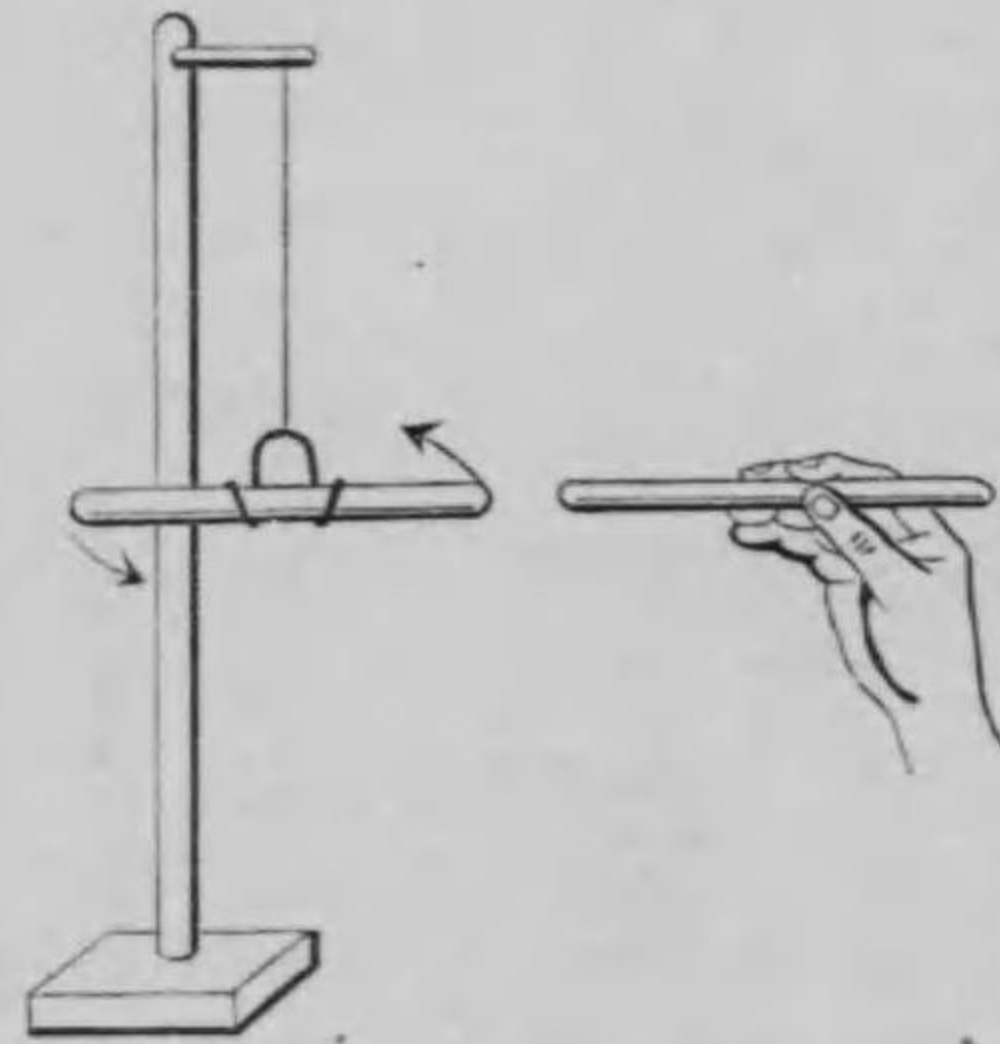
ば、吸着せられる。此の兩實驗によりて、磁石の極に近く鐵を置けば、磁石となること、及び之れに依て生ずる極は、近づけたる鐵の遠き方が、其の磁極と同名のものとなることを知るべし。

第十八章 靜電氣の性質

一 兒童に課す發電及其の性質の實驗

(一) 絹布、硝子棒(ランプのホヤ)、封蠟(エボナイト)、フッネル片とを兒童各組に與へ、コンロに取りたる炭火によりて、絹布と硝子棒とをよく乾し、絹布にて硝子棒を摩擦せしめ、豫め與へ置きたる燈心のちぎりたる者に近づかしむれば、燈心は直ちに硝子棒に引き付けられ絹布の摩りたる所を近づかしむるも亦燈心を引きつくべし。又封蠟とフッネル片と

圖 三 十 五 第



を乾かして、前述の如き實驗をなさしむるも、同様の結果を得べし。依て是等の者を摩擦すれば、兩方に電氣の起ることを知らしむべし。半紙をよく乾燥せしめ、頭髮にて之れを摩擦せしむるも、亦紙は燈心を引きつけて電氣の起りたることを示すべし。

(二) 吊し臺に發電したる封臘棒をかけ、圖の如く他の封臘棒に發電せしめて近づくれば、兩者は相反撥す。然れども此の吊したる封臘棒に、絹布を以て摩擦し發電せしめたる硝子棒を近づくれば、相吸引す。又絹布にて摩擦し發電せしめたる硝子棒を吊し、更に同様の方法にて、發電せしめたる硝子棒を近づくれば、反撥し、發電せる封蠟を近づくれば、吸引す。依て硝子棒に起りたる電氣(陽電氣)と、封臘棒に

圖 四 十 五 第



起りたる電氣(陰電氣)とは、其の性質相異なること、及び同種の電氣は、相斥け、異種の電氣は、相引くことを知るべし。

(三) 硝子棒、又は封蠟棒をよく乾かし、乾ける絹布又は猫皮にて、各其の一部分を摩り、燈心に近づければ、何れも摩られたる部分にのみ、燈心は吸ひ附けらるべきも、金屬發電棍をよく乾かし、其の硝子柄を手に持ち、乾ける猫皮にて金屬の一部分を摩り、之を燈心に近づければ、何れの部分にも良く吸ひ附くべし。依て導體及不導體の別あることを知るべし。

(四) 實驗(三)の如くして、金屬發電棍に發電せしめ、其の一部分を、驗電器に繋げる針金の一端に觸るること圖の如くすれば、驗電器の箔は開くべし。又此の實驗に於て、金屬發電棍を用ひずして、封蠟に發

電せしめ、其の發電せる部分を、針金の一端に觸るるも亦同様の結果を得。依て電氣は導體を経て、移動することを知るべし。

發電に用ふる器具は、凡て十分に乾燥せしむる必要あるを以て、石油罐の上部の四方に數個の穴を穿ち、之をコンロにかけ、之に依て器具を乾燥せしむるか、又は助炭を用ひて乾燥せしむべし。

第十九章 電氣感應

一 兒童に課す電氣感應の實驗

(一) 發電せる封蠟を驗電器に近づければ、其の箔は開き、之を遠ざくれば又箔は閉づべし。依て電氣感應及び感應する時は等量の陰陽兩種の電氣が、導體の兩端(發電體に遠き端は其の發電體と同種に發電し近き端

は異種に發電すに發電すること、及び此の者が互に中和して、發電の狀態を失ふこと等を知らしむべし。

(二) 又發電せる封臘棒を、驗電器に近づけ、其の箔が開きたる後も、棒を其の儘とし、指を一度驗電器の金屬部に觸るれば、箔は閉づ、指を取り、次ぎに封臘を去れば箔は又開くべし。茲に於て硝子棒に起りたる陽電氣を驗電氣に近づければ、箔は益々開き、封臘棒の陰電氣を近づければ箔は閉づべし。依て感應による授電、及び此の授電せる電氣は感應せしめたる者と異種なることを知らしむべし。

二 電氣盆の實驗

電氣盆と、猫の毛皮とをよく乾かし、猫皮にて電氣盆の封臘面を摩りて發電せしめ、(封臘面に指の爪を接せしめ、ピチと音を發するに至りたるとき)硝子の柄の付ける金屬板を其の上に乗せ、之に指を觸れ、指を離したる後、其の柄を持ちて、金屬板を封臘面より引き離し、驗電器又は

電氣振子に近づければ箔は開き、振子は吸引せられて金屬板は發電せることを知る。又斯くして發電せしめたる金屬板に指を近よすれば、指と板との間に火花を發し、同時に小さき音を聞く。之れ金屬板の電氣が放電するに由るなり。

一度封臘面に發電せしむれば、之より幾回にても前述の如き方法によりて、金屬板に發電せしむることを得べし。

三 起電機の使用法

(一) 錫箔の貼付せる硝子板及び器械の各部分の塵埃を拂ひたる後、よく乾すべし。

(二) 金屬製のハケを互に直角をなして硝子板の錫箔に觸れしむべし。

(三) 櫛の齒は水平をなし且つ其の齒が硝子板の錫箔に接せざる様にし、櫛の齒と金屬製の刷毛とは、四十五度位に傾く様に、刷毛の位置を直すべし。

(四) 刷毛に接觸する錫箔が、刷毛より遠き櫛の齒に向ふが如くに、硝子板を回轉すべし。

(五) 前述の如くして機械を働かすも、櫛の齒に連なれる金屬球の間に火花を發することなければ、金屬製の刷毛に近く、發電せる封蠟を置きて機械を働かしむべし。

四 レーデン瓶の實驗

(一) 圖の如くガラス柱にて支へられたる金屬板 A に、木隨球を糸にて附け、此の金屬板と起電機とを針金にて連結し、起電機を働かして發電せしむれば、電氣は針金より金屬板に移り更に木隨球にも傳はるを以て、木隨球は金屬板より斥けらる。若し硝子の柱をよく乾燥せしめ置く時は、金屬板と起電機とを連ぬる針金を、硝子の如き不導體にて取り去るも、木隨

圖 四 十 五 第

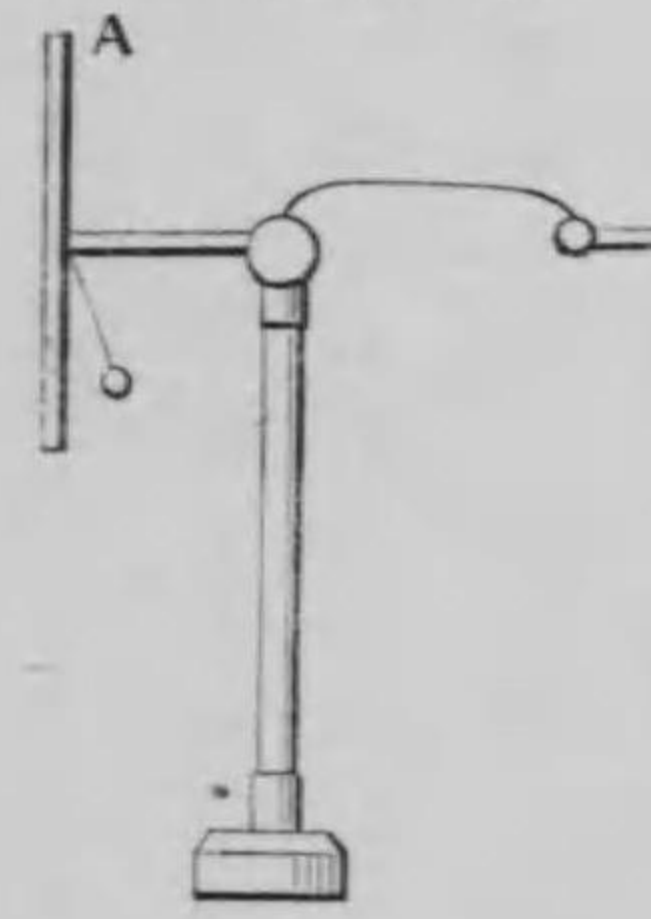
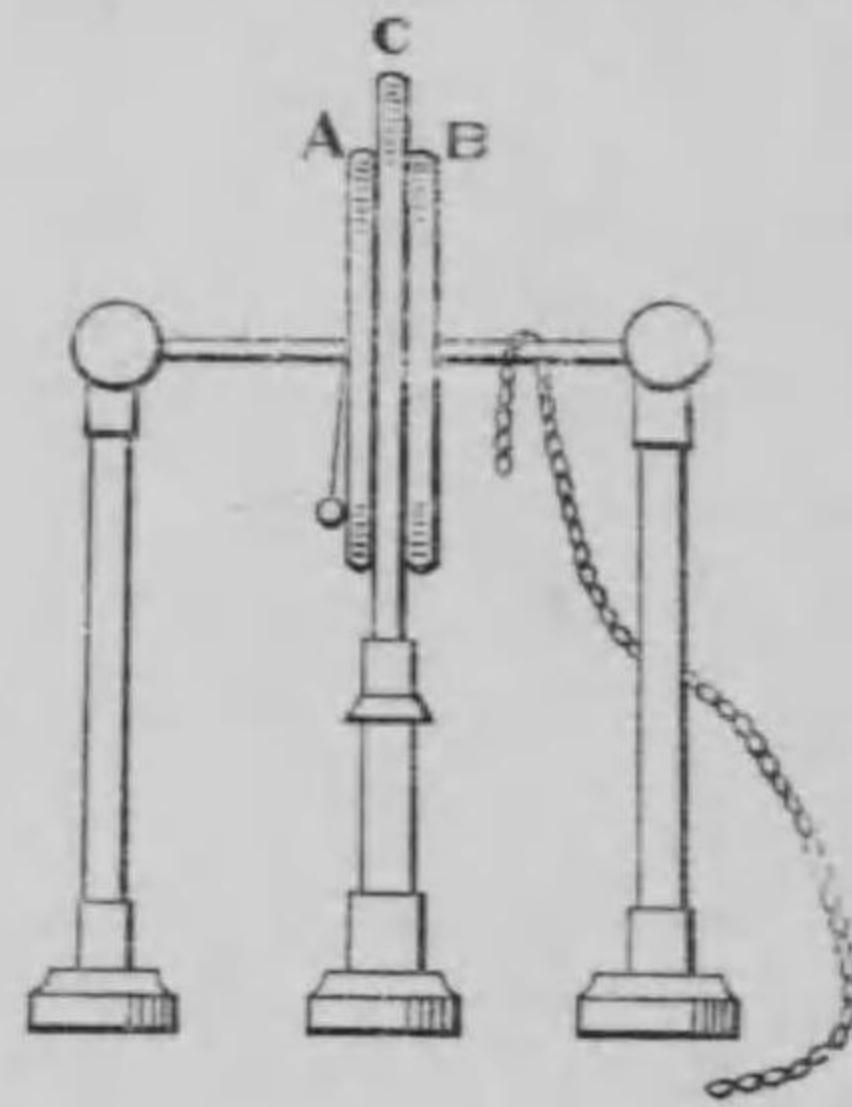


圖 五 十 五 第



球は尙板面より斥けられて、金屬板には電氣のあることを示すべし。

次に圖の如く、硝子の柱にて支へられたる金屬板 B を、鎖にて地に連絡せしめ、硝子板 C を隔て、A 板と相對せしむれば、木隨球は、舊に復するも、B 板を遠ざくれば、又木隨球は A 板より斥けらるべし。

(二) 更に B 板を鎖にて地に連絡し、A 板を鎖にて起電機に連ぎ、起電機を働かしめて、電氣を A 板に送るも、木隨球は A 板より斥けらるゝことなし、然れども A 板の鎖を不導體を以て取り去り、次ぎに B 板を遠ざくれば、木隨球は著しく A 板より斥けられて、之に多くの電氣の蓄へられたることを示すべし。

(三) 又實驗(二)の如くして、A 板に多くの電氣を送りたる後、A 板と起

電機との連絡を断ち、放電又の一の球をB板に當て、他の球をA板に接せしむれば、音と光とを發して、烈しく放電すべし。

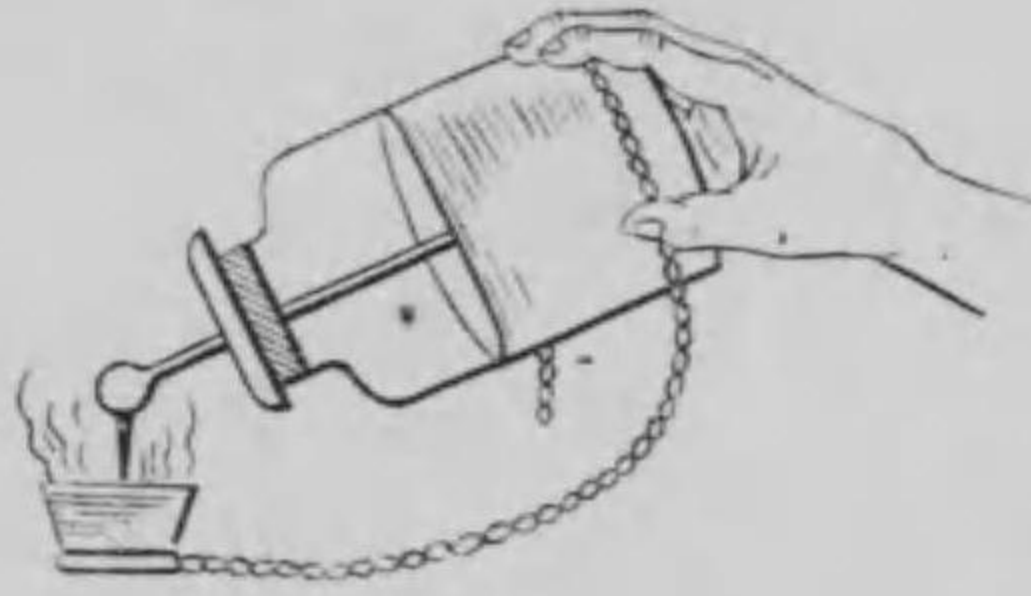
(四) レーデン瓶の金屬球を鎖にて起電機に連ね、之に電氣を送りたる後、實驗(三)の如く放電又の一の球をレーデン瓶の外側の錫箔に觸れ、次に他の球をレーデン瓶の金屬球に近づぐれば、著しく放電するを見る。依てレーデン瓶にはよく電氣を蓄へ得ることを知るべし。

五 放電の實驗

(一) 良く發電せる起電機を二三回回轉してレーデン瓶に蓄電し、互に手を握りて環狀に列べる端の一人が瓶の外側の錫箔を掌り、他端の一人が瓶の金屬球に手を觸るれば、各人同時に一種の激動を感ず。依て放電の生理的作用を知る。又此の實驗に於て環狀に例ふ人數の多き時は、起電機を五六回回轉して、蓄電したる者を用ふるも可なり。

(二) 鎖にて數個のレーデン瓶の外側の錫箔を連絡し、又他の鎖にて各

圖 六 十 五 第



レーデン瓶の金屬棒を連結したる後、瓶の一の金屬球を起電機に連ぎて電氣を送り、十分蓄積したる後起電機との連絡を断ち、放電又の一の球をレーデン瓶の外側の錫箔に觸れ、他の球とレーデン瓶の金屬球との間に、乾燥せる厚紙を入れて放電せしむれば、音と光とを發すると同時に、厚紙には小孔の穿たるを見るべし。依て放電の器械的作用を知る。

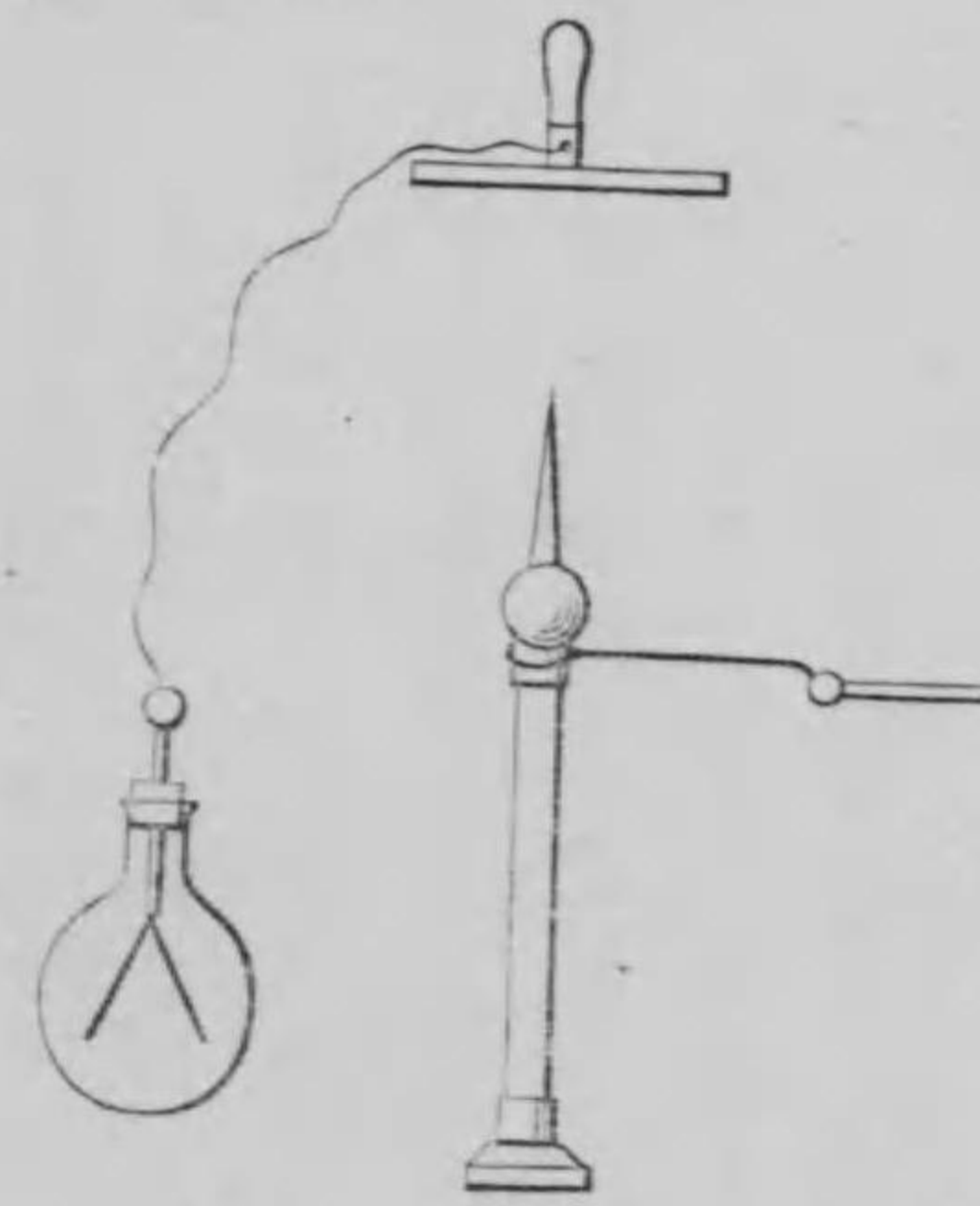
(三) 圖の如く、内底に突起を有する金屬製の盃に、其の突起の隠るるまでエーテルを入れ、(アルコールなれば僅かに温むるを要す)此の盃とレーデン瓶の外側の錫箔とを鎖にて連結し、瓶の外側の錫箔を持ち、其の球を、盃の突起に近づぐれば、放電すると同時に、エーテルは點火せらる。依て放電の發熱作用を知る。

(四) 又レーデン瓶の蓄電を、放電せしむる時、放

電叉の球と、レーデン瓶の金属球との間に、沃度加里と澱粉との混合物を塗附せる紙を置けば、放電すると同時に變色するを見るべし。依て放電の化學的作用を知る。

六 避雷針の實驗

(一) 圖の如く針狀導電子を針金にて起電機に連絡し、其の尖端に近く



驗電器を置きて、起電機を働かしむれば、驗電器の箔は開くべし。是れ尖端より電氣對流を起して、驗電器を帶電せしむるによるなり。
(二) 又驗電器に代ふるに、燭火を置けば、其の炎の動搖することによりて、電氣對流の起ることを實驗するを得。

圖 七 十 五 第

此の兩實驗によりて、避雷針の効用の一部分を説明することを得べし。

第二十章 電流

一 電池の製作法

(一) プンセン電池を作るには、陶器又は硝子器に稀硫酸を入れ、之に水銀を塗りたる亞鉛板を浸し、其の中に濃硝酸を入れたる素燒の圓筒を立て、炭素棒を硝酸に浸し、炭素棒と亞鉛板とを銅線に連絡すれば、電流は炭素棒より亞鉛板に向て流るべし。

(二) 電池用の稀硫酸は、水二十に硫酸一位の割合に稀釋したる者を用ふべく、又其の亞鉛棒に水銀を塗るには、稀硫酸中に約一分間位亞鉛を浸し置き、之を皿に移し、數滴の水銀を滴下し、稀硫酸を浸したる布片

にて摩り付くべし。

(三) ダニエル電池を作るには、陶器又は硝子器に硫酸銅の濃溶液を入れ、之れに銅板を浸し、其の中に素焼を立てて、稀硫酸を入れ、亞鉛棒を之に浸し、亞鉛と銅板とを導線にて連結すれば、電流は銅板より亞鉛板に向て流るべし。此の電池に用ふる硫酸銅の溶液は、濃厚なる者を用ふべし。

(四) 重クロム酸電池を作るには、硝子器に重クロム酸加里の濃溶液を入れ、之に數滴の濃硫酸を加へ、炭素棒と亞鉛棒とを相接觸せしめざる様に此の液中に浸し、炭素棒と亞鉛棒とを導線にて連結せしむれば、電流は炭素棒より亞鉛板に向て流るべし。此の電池は、之を使用せざる時は、亞鉛棒を引き上げて液に接せしめざる様になすべし。

(五) ル克蘭シニ電池を作るには、器に鹽アンモニウムの濃溶液を入れ、之に亞鉛棒を浸し、更にコークスと二酸化マンガンの混合物を入れた

る素焼を立て、素焼中に炭素棒を挿入し、亞鉛棒と炭素棒とを連結せしむれば、電流は炭素棒より亞鉛棒に向て流るべし。

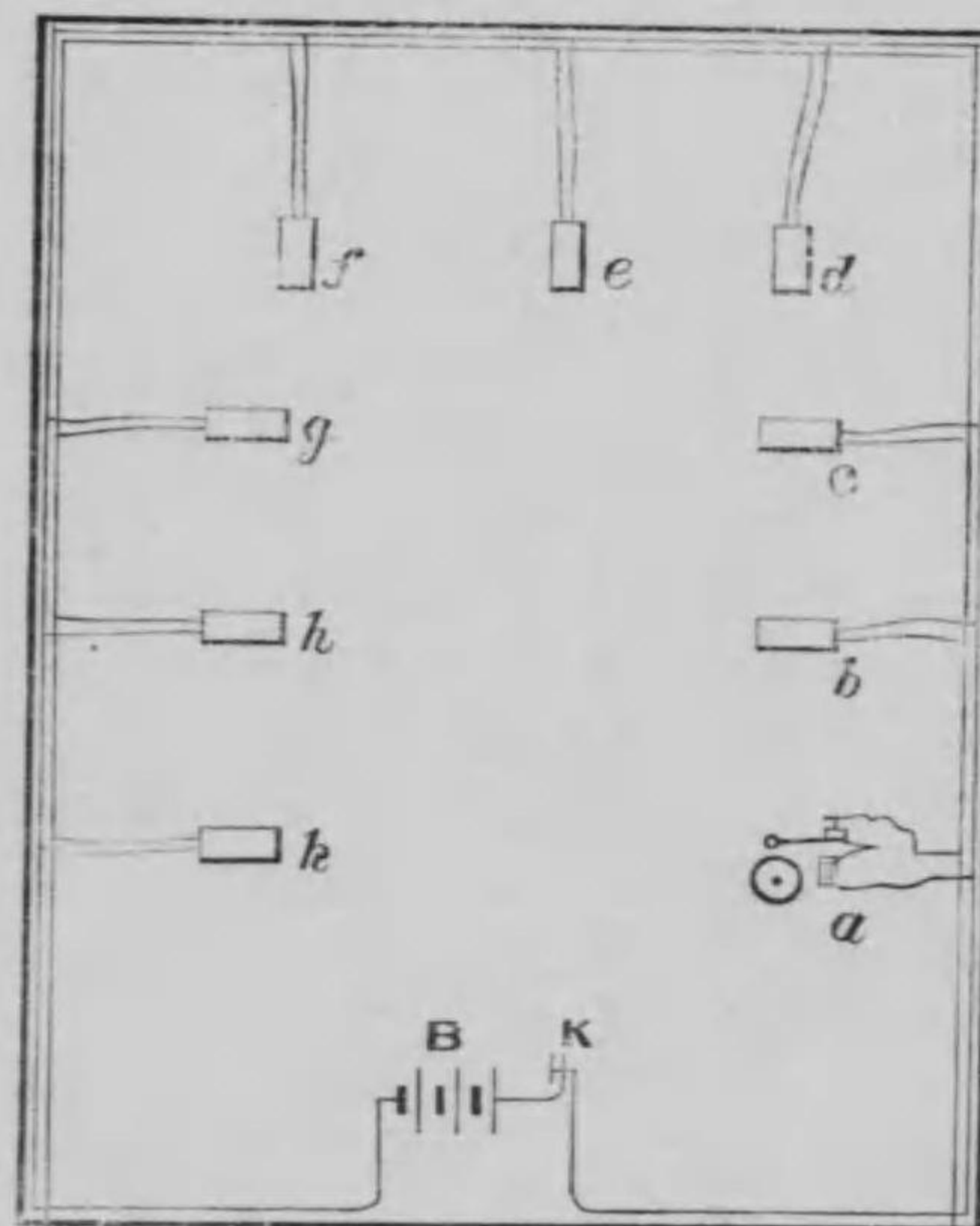
此の電池も亦使用せざる時は、亞鉛棒を引き上げ置くを可とす。

(六) 此の他バケツによりて電流を得んとせば、之に食鹽の濃溶液を入れ、木炭に導線をつけたる者を之に浸し、更に他の導線をバケツの縁に接觸せしめて、兩導線を連結すれば、電流は、木炭片よりバケツに向て流るべし。又硝子器に水を盛り、之に電池用の亞鉛棒と銅板とを相接觸せざる様に挿入し、更に數滴の濃硫酸を滴下して、銅板と亞鉛棒とを連結するも亦電流を得べし。

二 兒童に課す電流の磁氣作用の實驗

(一) 電流に關する種々なる實驗を兒童に課するには、教室の周圍の腰板に、二重に絶縁導線を引き、所々にネヂを備つけ、之に他の導線を連ぎ之より種々の器械に導きて、兒童に實驗し得る様に設備するを可とす。

圖 八 十 五 第

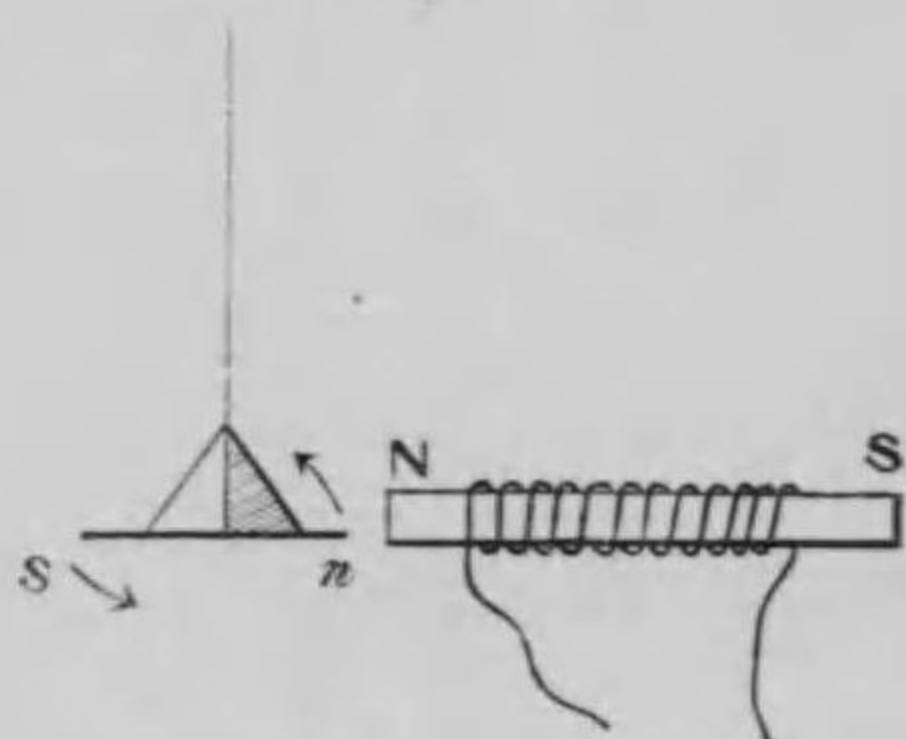


圖に於てBは教卓上に置きたる電池、Kは押し卸、又abc等は電鈴を示したるものにして、Bよりの導線を各電鈴等に接続するには圖の如くすべし。

(二) 磁石の性質を實驗するに用ひたる磁針を兒童各組に與へて垂下せしめ、之に接近して並行に導線を其の上又は下に張り、Kを押して電流を送れば、磁針は何れの場合に於ても變位して、電流の通せる導線の近傍に他の磁石ありて、之に作用するが如き觀を呈すべし。

(三) 軟鐵棒又は鐵火著に絶緣導線を卷きたる者を兒童各組に與へ、此

圖 九 十 五 第



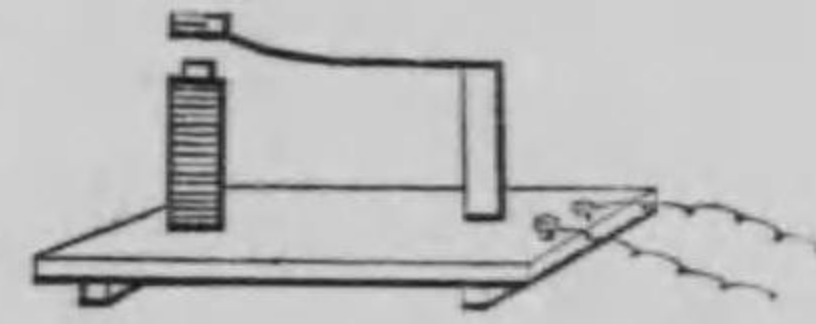
の導線の兩端をBよりの導線に接続せしめ、Kを押して之に電流を通すれば、軟鐵棒は磁石となるを以て、其の各端を實驗(二)に於て垂下したる磁針に近づければ、互に吸引又は反撥すべし。更に其の軟鐵棒の一端を細き釘に近づれば、釘はよく吸着せらる、然れどもKを放ちて、電流を斷てば、軟鐵は磁性を失ひ、釘は離れ落つべし。

依て軟鐵に導線を巻きて、之に電流を通すれば、軟鐵は磁石となるも、電流を斷てば、直ちに磁性を失ふことを知るべし。

三 兒童に課す電信機の實驗

小さき軟鐵片を電磁石の一端に近くバネにて支へたる、簡易受信機を作りて、兒童各組に與へ、其の電磁石に卷きたる導線の兩端をば、電池よりの導線に連ね、Kを押して電流を送れば、何れの受信機も皆働きて、

圖 十 六 第



軟鐵は引きつけられ、Kを放せば、バネによりて皆舊に復すべし。更にKによりて電流を斷續すれば、之に應じて軟鐵片は、或は引かれ或は離るべし。依て電信機によりて音信を遠隔の地に送ることの理を以得せしむべし。

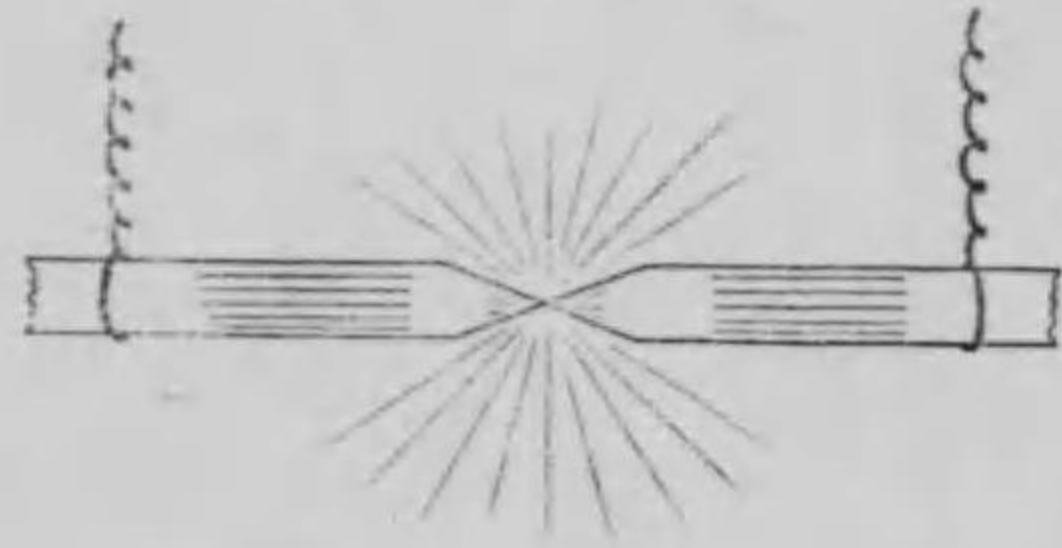
四 兒童に課す電鈴の實驗

電信の實驗の受信機に代ふるに、電鈴を以てし、Kを押して送電すれば、何れの電鈴も皆作用すべし。又電鈴用の押し釘を分解して、電鈴の構造と共に其の内部の構造を知らしむれば、よく電鈴の理を以得せしむべし。

五 兒童に課す電燈の實驗

(一) 電信の實驗の受信機に代ふるに、三十六番位の細き鋼鐵線一寸位を以てし、Kを押して電流を送れば鋼鐵線の部分の抵抗は大なるを以て、

圖 一 十 六 第



電流は熱に變じて、針金は赤熱せらるるに至るべし。此の實驗に用ふる電流を得るにはブンゼン電池二個を用ふるか、又はダイナモを回轉するをよしとす。

(二) 又二本の炭素棒を細くして鋼鐵線に代へ、之を兩手に支持して其の尖端を相接せしめ、實驗(一)の如くして電流を送れば、尖端部に於て電流は又熱に變じて光を發すること圖に示すが如し。實驗(一)に於ては白熱燈の理を、實驗(二)に於ては弧燈の理を知らしむることを得べし。

六 兒童に課す電氣メツキの實驗

(一) 硫酸銅の稀薄溶液を、コップに取りて兒童各組に與へ。五の實驗(二)に用ひたる炭の棒を相接せざる様に其の中に入れ、Kを押して電流を送れば電池は乾電池一個其の陰極に連結されたる炭は暫時にして、銅に

て被はるるに至る。又陽極に銅板を下げ、陰極にメッキせんとする他の金
屬を吊して送電すれば、其の金屬に銅メッキをなすことを得べし。

(二) 硝酸銀の水溶液に青化加里の溶液を加へ、生じたる白沈が溶解す
るに至りて止め、此の溶液を水にて稀釋し、陽極に木炭を、陰極に銅板
又はメッキせんとする金屬を連ぎて其の中に下げ、電流を送れば、暫時に
して銀メッキをなし得べし。

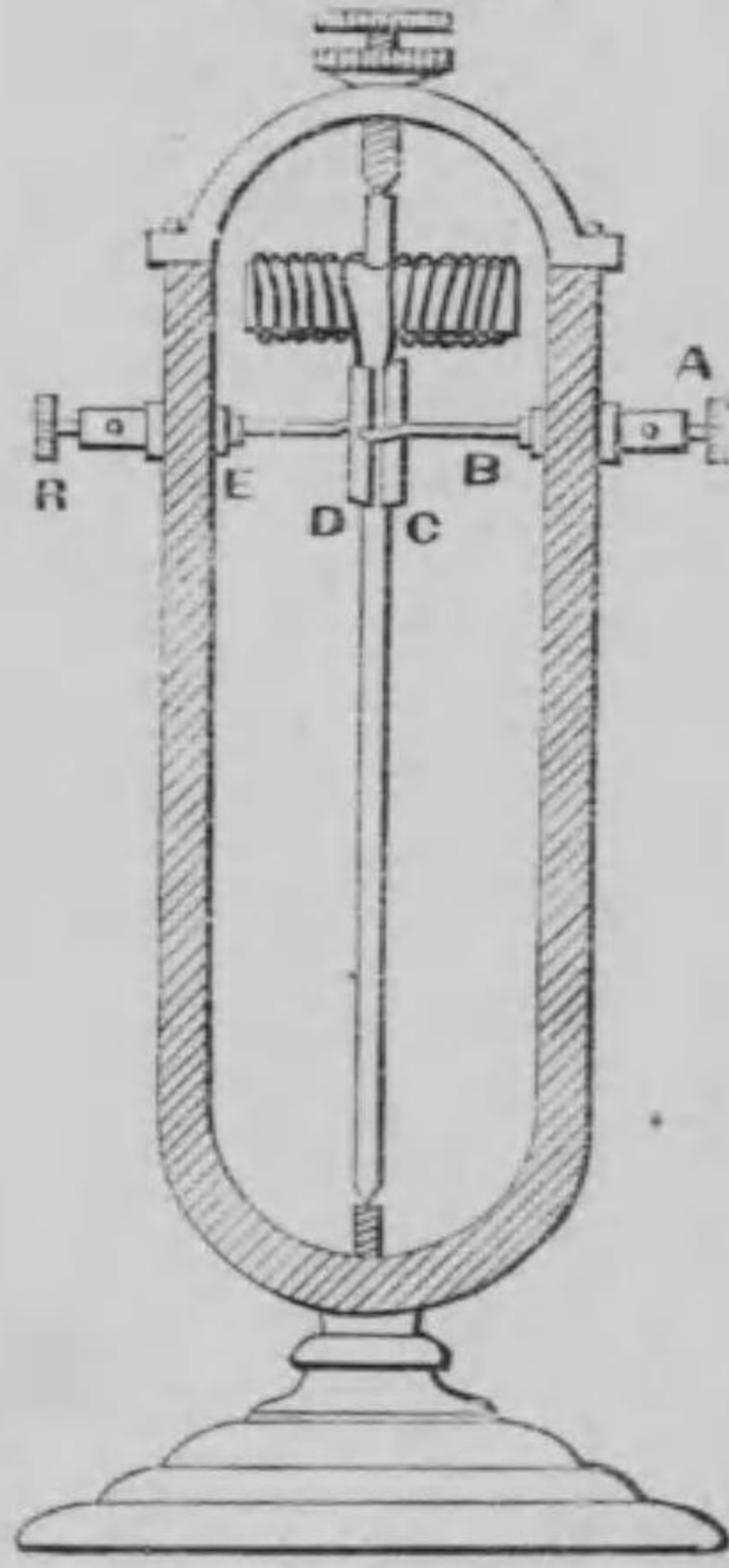
又鹽化金の溶液に青化加里の溶液を加へて金メッキの液を作り、其の中
に銀メッキの如くして炭と金屬とを吊せば、金メッキをなし得べし。

(三) 又電氣分解器の兩極に導線を連ぎ、器に水を盛り、水を充たせる
試験管を其の極上に倒立せしめ、數滴の硫酸を加へて送電すれば、陰極
よりは水素、陽極よりは酸素を發生して、水の分解の實驗をなし得べし。

七 兒童に課す電話の實驗

受話機を兒童各組に與へて、其の構造を觀察せしめ(分解して内部の構

圖 二 十 六 第



造を)電信機の實驗の如くして、之を導線に連結し、且つ教卓上に微音
機を置き、其の箱上に時計をのせ、電池と微音機とを連結し、Kを押し
て電流を通せしめつゝ受話機を耳に當つれば、セコンドの音を明瞭に聞
くことを得。依て電話機の理を知らしむることを得べし。

八 兒童に課すモーターの實驗

回轉磁電機を兒童各組に與へ、其の構造を觀察せしめ、其のネヂA R
を受話機のネヂに代へ、Kを押しして電流を送れば(電池は乾電池二個又は

ブンゼン電池二個)其の電磁
石は、兩磁極間に於て回轉
すべし。是れB Eなるパネ
は、半回轉毎に、交互にC
Dなる金屬に觸れて、電磁
石のコイルに反方向の電流

を送るを以て、電磁石のAに向へる部分はAに接近するに従て、其の極と異なる極になり、Aを通過すると同時に之と同じ極となるを以てなり。又回轉磁電機に代ふるに、小さきモーターを以てするもよく回轉せしむることを得べし。

電池に代るにダイナモを以てし、其の刷毛に連なれるネヂに導線の兩端を結び、押し釦を去りてダイナモを回轉するも亦同様の結果を得べし。而してダイナモをモーターと比較せしむれば、其の構造は兩者同一なるも、前者は回轉によりて電流を生じ、後者は電流を通ずれば回轉せるものなることを知るべし。

第三編 化學實驗

第一章 空氣の成分

一 酸素の製法

鹽素酸加里二十瓦に、其の二分の一許りの二酸化マンガンを混じ、圓底フラスコに入れて、其の口に、硝子管を挿したるコルクを氣密に嵌め、フラスコを横にしレトルト臺にのせて加熱すれば、鹽素酸加里は分解して、酸素を發生すべきを以て、硝子管に連ぎたる、導管の一端を水中に導き、水を充たして倒立せる聚氣筒に捕集すべし。

二 酸素製法上の注意

(一) 装置は、氣密なるを要す、之を検するには、導管の一端を水に入れ、兩手にフラスコをにぎりて之を温むべし、装置氣密なるときは、其

の内の空氣は膨脹して管端より、水中に泡出すべし、又呼氣を硝子管より送りて、其の漏るるや否やを檢むるも可なり。

三 酸素性質の實驗

- (一) 割れ箸の一端を燃し之を吹き消して其の餘燼を酸素中に入れるれば、再び點火せられて、盛んに燃焼す。
- (二) 硫黄又は燐を燃焼匙に取りて之を熱し、其の燃焼し始むるに至りて、酸素中に入れるれば、又其の燃焼旺盛となる。
- (三) 細き鐵線數本をより合せ、其の一端にマッチの軸木二三本を取り附け、之に點火して酸素中に入れるれば、火は鐵線に移り火花を散らして鐵

線は燃焼すべし。此の實驗をなす聚氣筒には、其の底に少量の砂又は灰を入れ置くを可とす。

依て、酸素中にてはよく物の燃焼すること、及び燃焼の際には酸素は燃料と共に消費せらるることを知る。

四 兒童に課す酸素の實驗

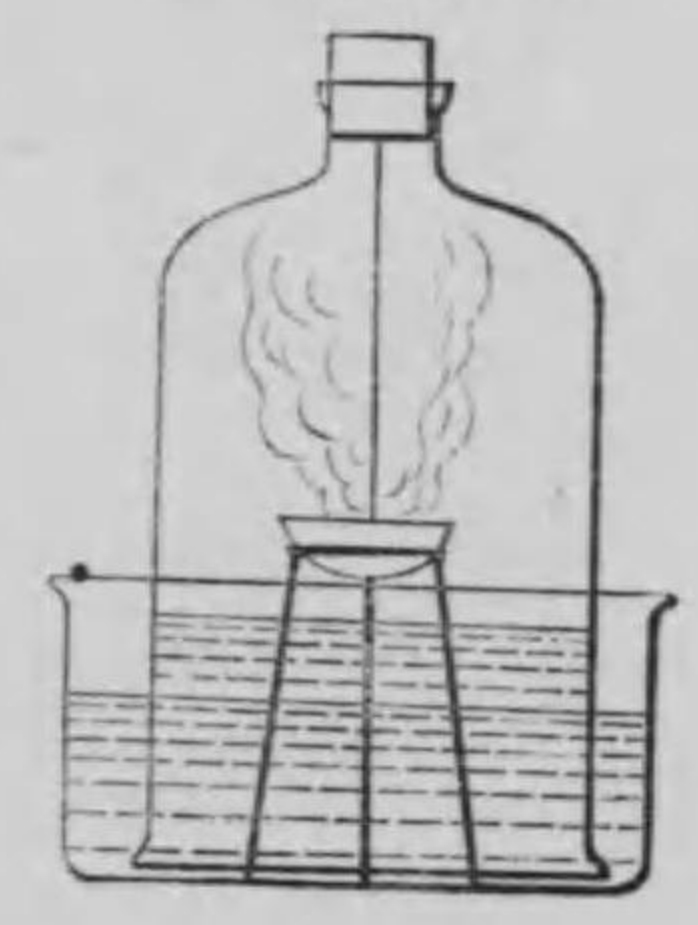
鹽素酸加里と二酸化マンガンの混合物少量を入れたる試験管を兒童各組に與へ、圖の如く試験管挟みを用ひて熱せしめ、暫くしてマッチの餘燼を其の管口に挿入せしむべし。然るときは軸木の餘燼は、再び點火せられて燃焼す。又此の試験管に短かき硝子管を挿



したる木栓を嵌め、試験管を横にして發生する酸素性質の實驗(三)の如くしたる鐵線に吹きつけしむれば、鐵線は火花を散らして燃焼すべし。

五 空 氣 の 成 分 の 實 驗

圖 四 十 六 第

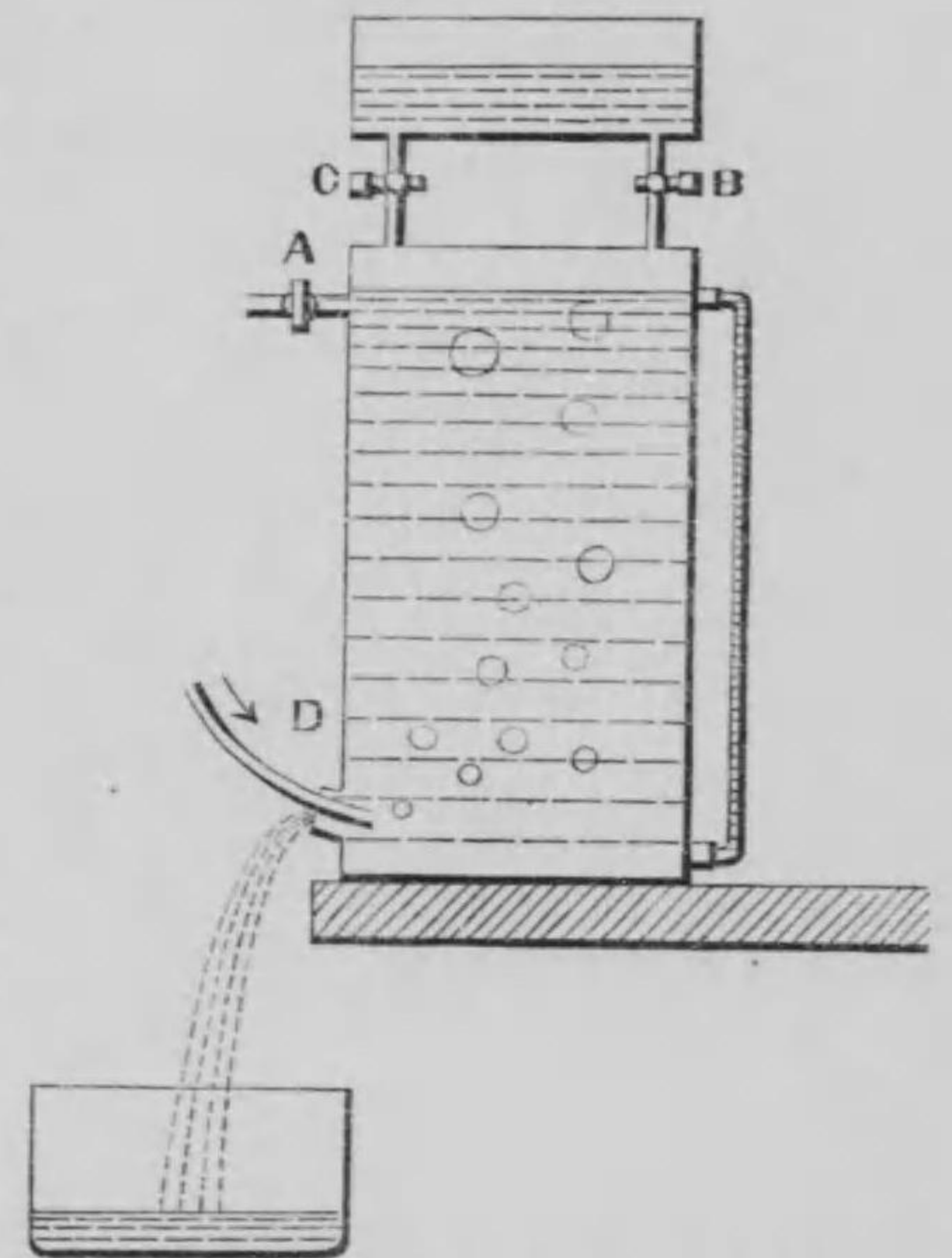


坩堝に豆粒大の黄燐を入れ小さき五徳にかけて、水を盛りたる器に立て、上口あるガラス鐘を以て之を被ひ、鐘の水面にある部分を五分分し、コルクに挿したる針金の一端を熱し、黄燐に觸れしめつゝ之を鐘の口に嵌むれば、圖に示すが如く燐は白煙を掲げて燃焼す。暫く之を放置すれば、鐘内は透明となり、且つ水は鐘中に上昇して約其の五分の一を占むるに至る。茲に於て器に水を注ぎ、鐘の内外の水面を一致せしめたる後、コルクを抜き取り、鐘中に燭火を下せば、直ちに消滅す。依て空氣は、其の體積の五分の一の酸素と、五分の四の窒素とより成ることを知る。

六 瓦 斯 溜 め の 實 驗

瓦斯溜めに水を満たし、其のABC等のネヂを閉ぢ、D口を開きて、

圖 五 十 六 第



之に實驗一の如くになしたる酸素發生器の導管を挿入すれば、酸素は瓦斯溜めの水中を経て、其の上部より器中に蓄積すると同時に、瓦斯溜めの水は、D口より外部に流出するを以て、酸素が器中の水と全く交代して其の中に蓄積するに至らば、D口を閉づべし。
尤も圓底フラスコ中には、三十瓦許りの鹽素酸加里と其の半量の二酸化マンガンとを入れて熱すべく、導管をD口に挿入する前に、發生するガスの酸素なることを確むるを要す。瓦斯溜めより酸素を取り出して、實驗に供せんとせば、A口にゴム管

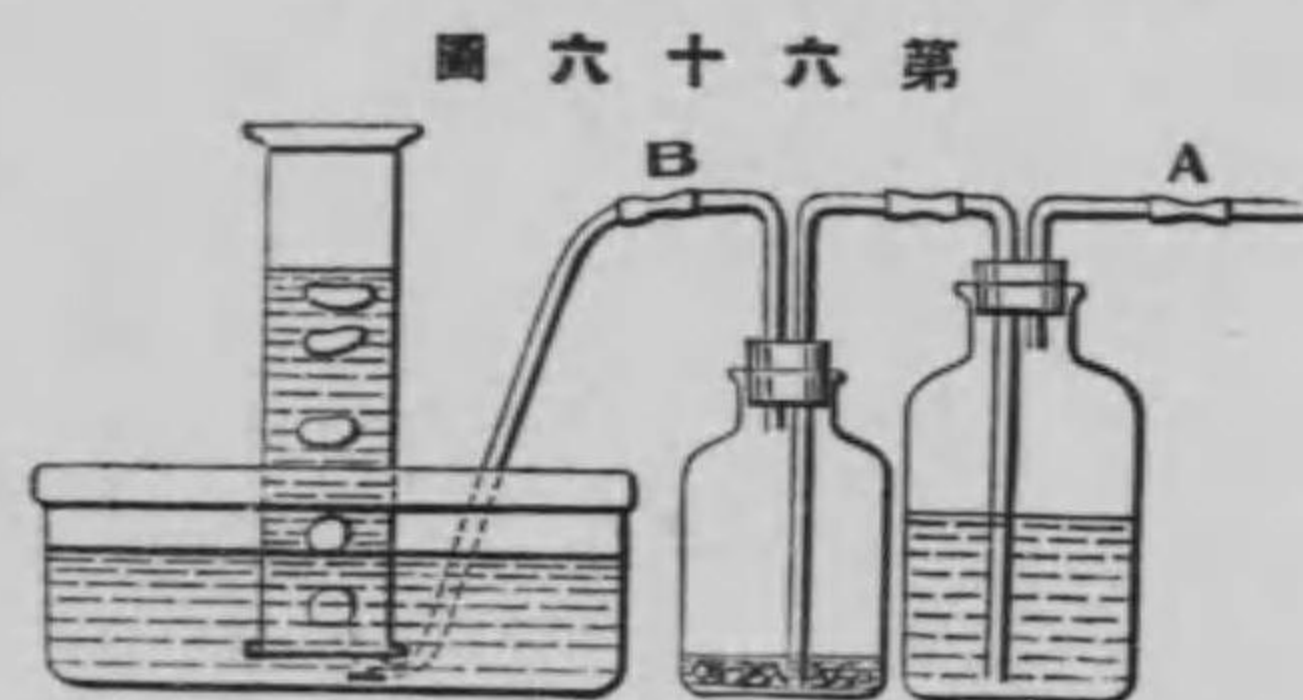


圖 六 十 六 第

を連ぎBCA等のネヂを開きて、其の上部にある水を器中に流入せしめて、酸素をA口より押し出すべし。又側方にある硝子管は、其の水面によりて器中にある酸素の量を知るに用ひらるるものなり。

第二章 水の成分

一 水素の製法

大小二個の瓶にて、圖の如き装置を作り、其の小なる瓶に、十五瓦許りの粒状亜鉛を入れ、大なる瓶に稀硫酸約七八倍に稀釋したるもの()を入れて、曲管の一端Aに挿したるゴム管より呼氣を送れば、稀硫酸は曲管を経て小なる瓶に移り、亞鉛と化合して水素を發生す

べきを以て、Bなるゴム管に導管を連ぎ、之を水槽中に導き、酸素の如くして捕集すべし。

實驗の初に當り、B端を指にて押へ、A端より呼氣を送りて装置の氣密を檢したる後、夫々稀硫酸及び亞鉛を瓶に入れて、瓦斯を捕集すべし。又捕集しつゝある間は、Aのゴム管はゴム管挟みにて閉ぢ置くべく、捕集し終りたらば、Aを開きBのゴム管を閉づべし。然るときは稀硫酸は逆流して、無益に瓦斯を發生せしむることなし。全く實驗の終りたる後も、稀硫酸は其の儘とし、亞鉛は十分水にて洗滌し置くべし。

二 水素性質の實驗

(一) 圖の如く、點火せる蠟燭を水素中に挿入すれば、水素は僅かに爆聲を發して筒口に於て燃燒するも、燭火は消滅す。更に之を引き出せば、又

圖 七 十 六 第

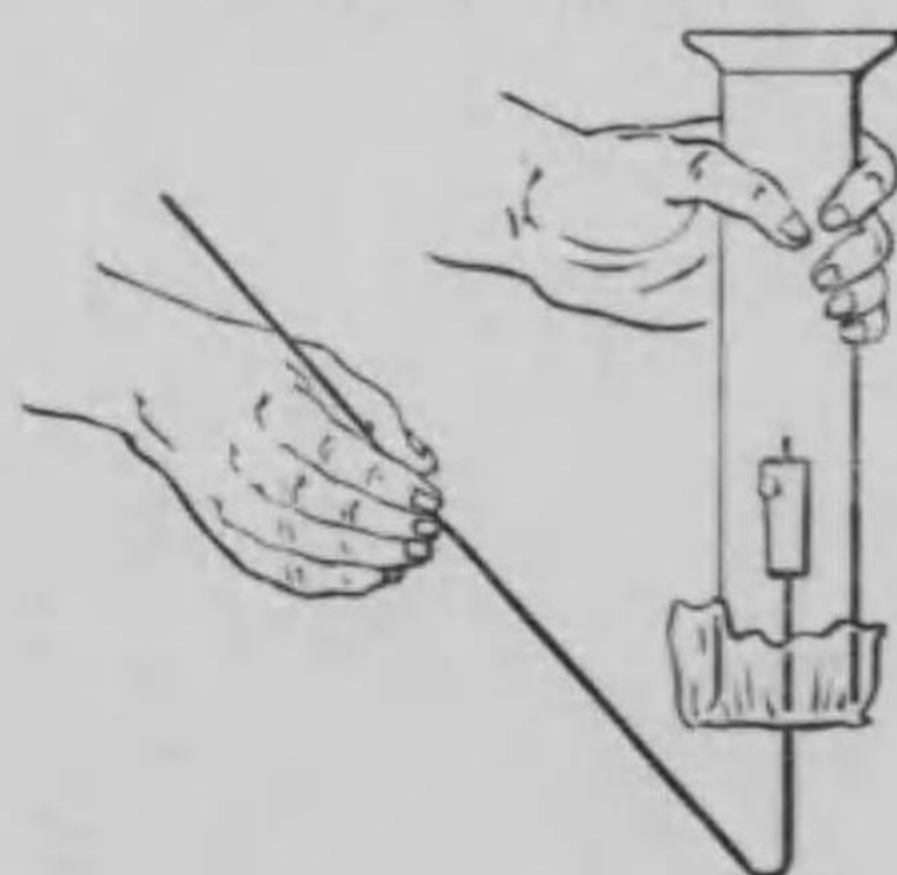
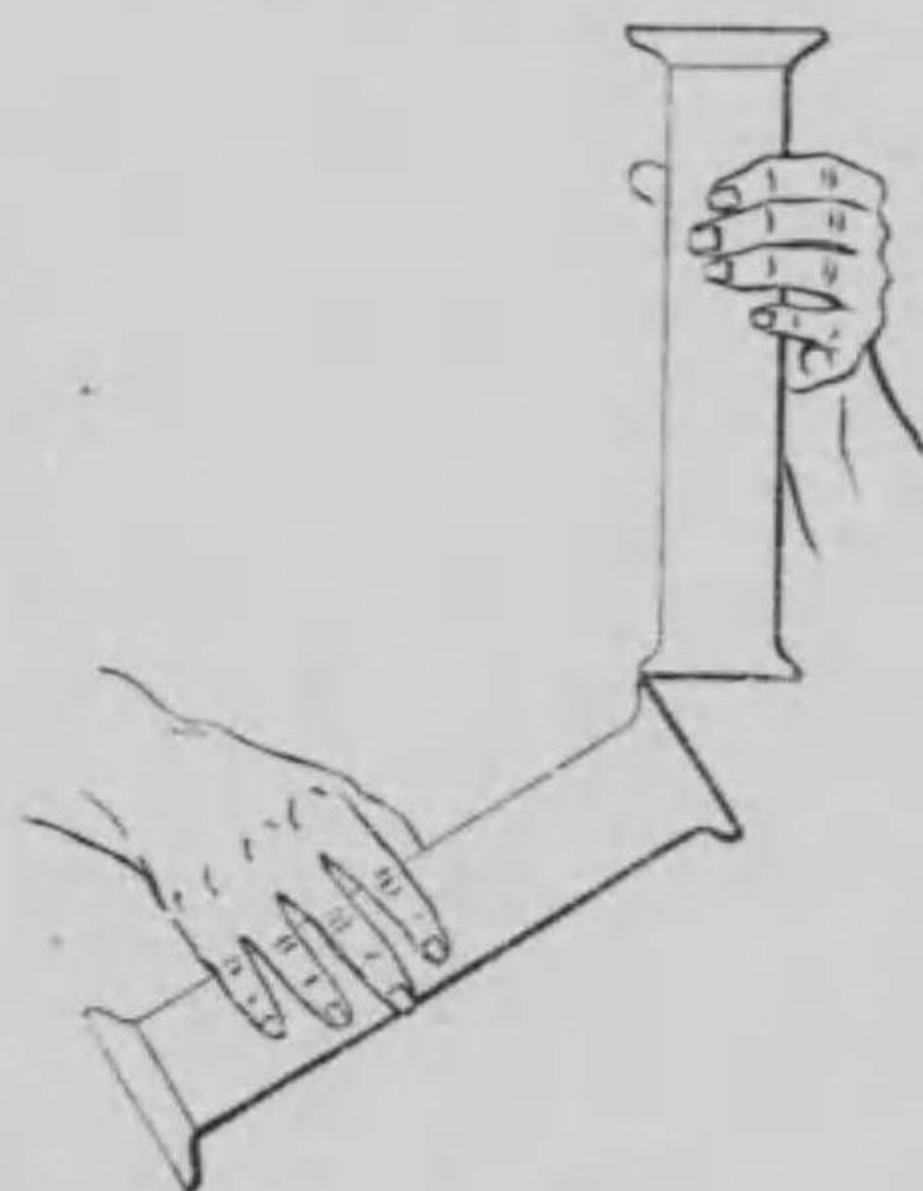


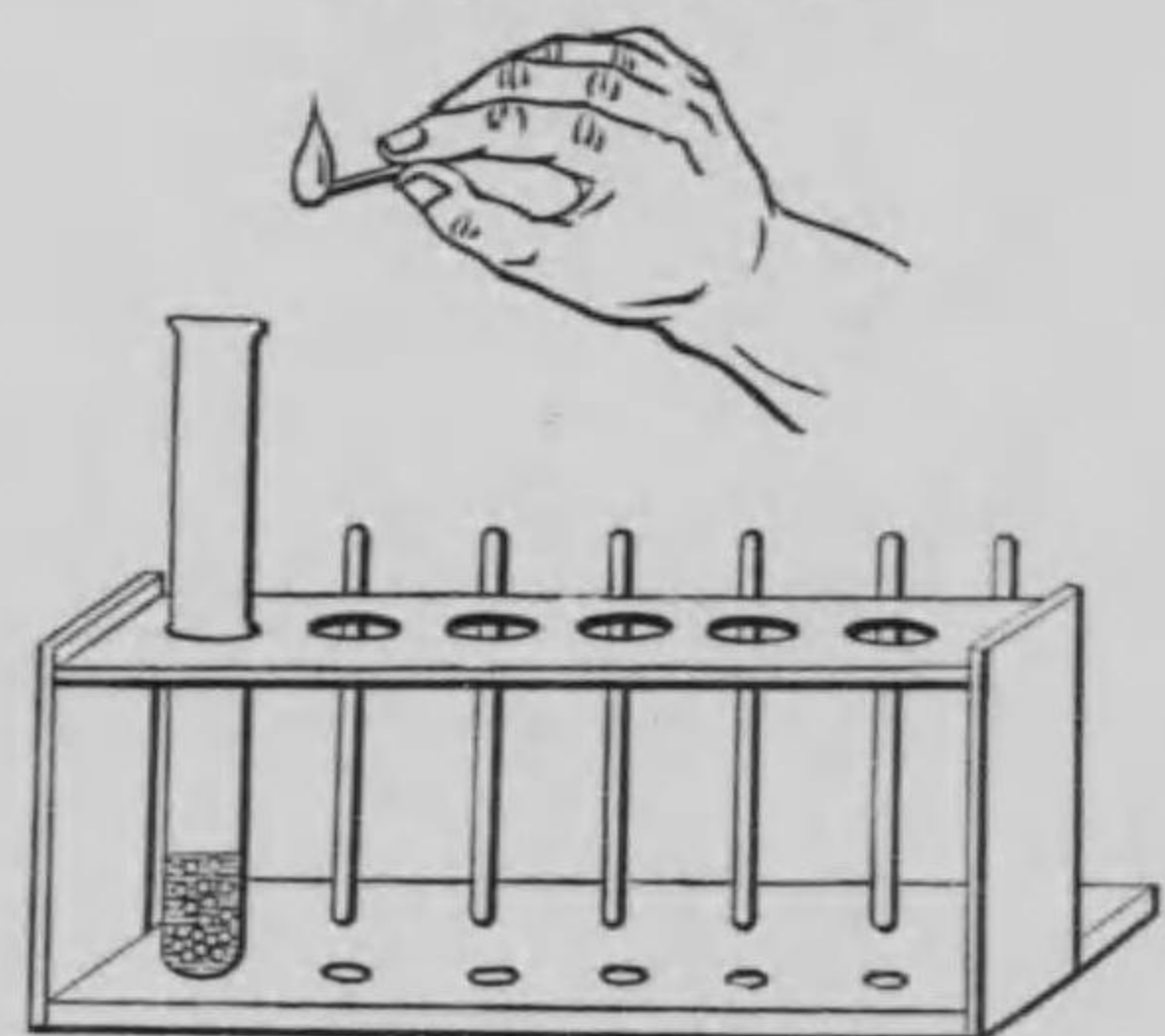
圖 八 十 六 第



筒口に於て点火せらる。

- (二) 水素を満したる聚氣筒に他の聚氣筒を重ねて、其の蓋にしたる板硝子を取り去り、圖の如く傾け、暫くして上方の筒口に燭火を近づければ、爆聲を發して燃燒するを以て、水素の移りたることを知る。又水素發生器の曲管Bに、太き硝子管を連き、之によりて石鹼玉を吹かしむれば、速かに上昇すべし。若し此の際Bにゴム風船の袋を連げば、漸次水素によりて膨脹すべきを以て、適當に膨らみたる時、其の口を糸にて閉づれば、又上昇す。
- (三) 聚氣筒に、空氣若しくは酸素を入れ、更に之に水素を捕集して相混ぜしめ、其の筒口に燭火を近づければ、著しく爆發す。
- (四) 水素發生器の曲管Bに硝子管を連き、之に試験管を被ひて、水素

圖 九 十 六 第



を捕集し、其の管口にて燃すも鋭き爆聲を發せざるに至りたる後、其硝子管の一端に点火し、乾ける冷き聚氣筒中に挿入すれば、筒壁は細かき水滴の爲めに曇りを生ず。

是等の實驗によりて、水素は空氣よりも輕き可燃性の氣體にして、空氣中にて燃燒すれば、水を生ずることを知る。

三 兒童に課す水素の實驗

- (一) 二三片の粒狀亞鉛を試験管に入れて兒童各組に與へ、圖の如く之を試験管臺に立て、豫め與へ置きたる稀硫酸を、試験管に四分の一許り注がせしむれば、亞鉛と稀硫酸とは化合して水素を發出す。
- (二) 水素の發生する試験管口に、火のつきたるマッチを近づければ、水素は爆聲を發

して燃焼するも、マッチの火は消ゆ。依て水素は可燃性あれども、酸素の如く助燃性なきことを知る。

(三) 他の試験管を、水素の発生する試験管口にかぶせ、少時の後、之を倒にしたるま、取り、少しく傾けて其の口に点火せるマッチを近づければ、鋭く爆發すべく、又斯く水素を捕集したる試験管を倒にしたるま、他の試験管を其の口に當て、兩者の位置を轉倒し、少時にして水素を捕集せざりし試験管口にマッチの火を近づければ、又爆發を發す。依て水素は空氣より輕きこと、及び空氣と混すれば、爆發することを知る。

四 水の成分の實驗

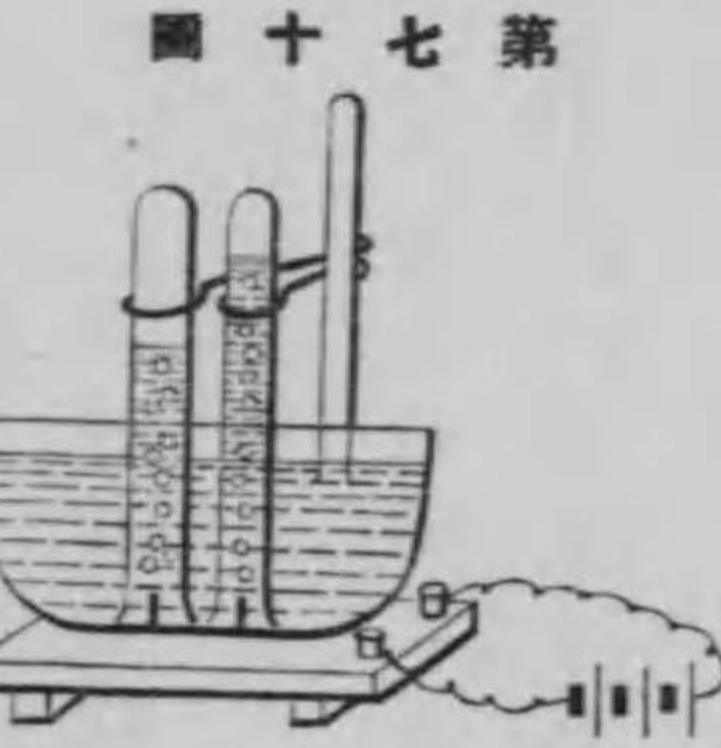


圖 十 七 第

- (一) 水素の實驗(四)によりて、水素を空氣中にて燃焼せしむれば、水の生ずることを知りたり。
- (二) 水の電氣分解器に水を入れ、數滴の硫酸を加へ

て電流を通すれば、水は分解せられて其の兩極より氣泡を生ずべきを以て、圖の如く水を充たせる試験管を其の上に倒立せしめ、各別々に發生する氣體を捕集すれば、其の氣體の體積は一と二との割合をなし、之を實驗するに酸素と水素となることを知る。

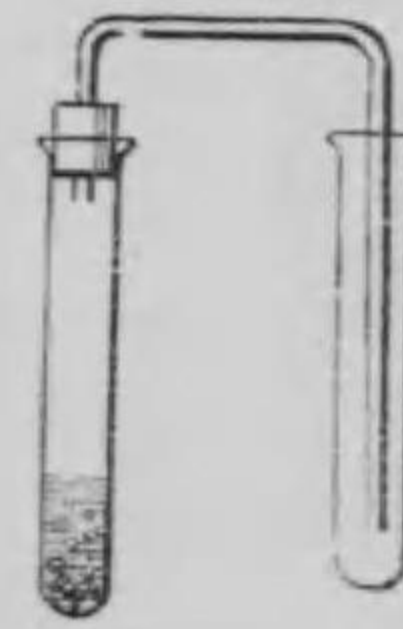
此の兩實驗によりて水の成分は酸素と水素にして、其の割合は一と二なることを知るべし。

第三章 燃 燒

一 兒童に課す炭酸ガスの實驗

(一) 試験管に少量の石灰石を入れ、之に曲管を通したるコルクを嵌めて兒童各組に與へ、豫め與へ置きたる稀鹽酸三四倍に稀釋したるもの(を)、試験管の四分の一許り注がせしむれば、鹽酸と石灰石とは化合して、炭酸ガスを發生すべきを以て、導管により圖の如くして他の試験管に捕集

圖一十七第



せしむべし。

(二) 瓦斯を捕集する試験管口に、點火せるマッチを近づけ、其の火が消滅するに至りたる時、捕集したる炭酸ガスを燭火の上に注ぎかければ、燭火は消滅す。依て炭酸ガスは空氣より重く。火は之に會へば、消ゆることを知る。

(三) 石灰水を入れたる試験管に、導管を挿入して、炭酸ガスを其の中に泡出せしむれば、白濁を生ずべく、又青色試験紙を試験管に入れ、更に水を注ぎて、此の中に炭酸ガスを泡出せしむれば、暫くにして試験紙は赤變す。依て炭酸ガスは石灰水と作用して白濁を生じ。又水に溶解して酸味を呈することを知る。

(四) 試験管に水を入れて炭酸ガスを十分に溶解せしめたる後、之を熱しつつ石灰水を入れたる他の試験管を其の口もとに置くこと、圖の如くすれば、石灰水は白濁を生ず。依て、炭酸水を熱すれば、炭酸ガスを發

圖二十七第



出すことを知る。

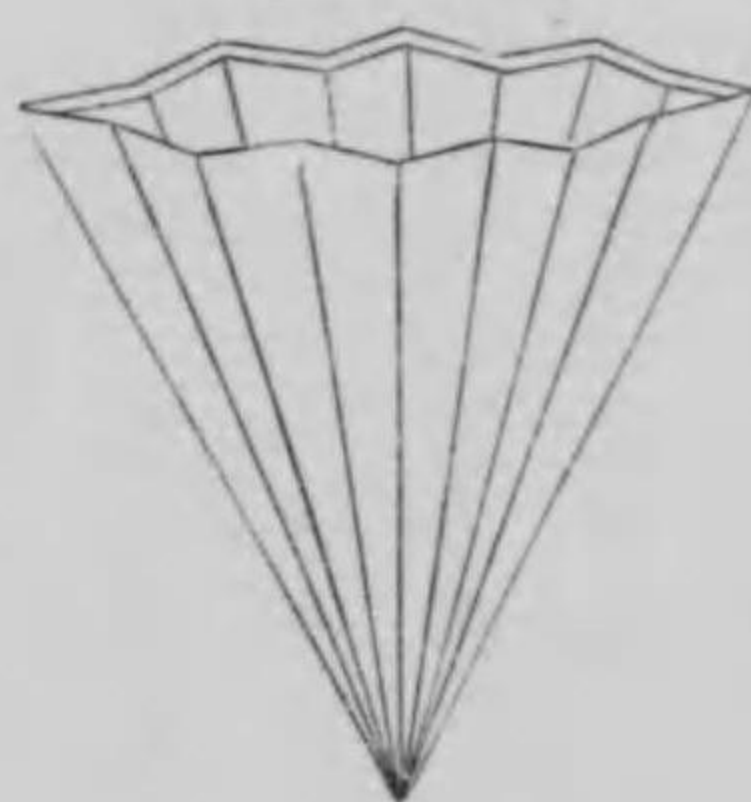
(五) 試験管に石灰水を取り、硝子管にて呼吸を送入すれば、白濁を生ず。依て吾人の呼吸作用によりても、亦炭酸ガスの生ずることを知る。

二 指示薬の製作法

(一) 石灰水を作るには、消石灰を水に入れ、よく攪拌して之を放置し、其の上淨水を濾過して作るべし、之を貯ふる瓶は、其の口を氣密に封じ置くを要す。

(二) リトマス液を作るには、拾瓦許りのリトマスを、乳鉢にて粉末とし、七十五立方糎許りの酒精中に投じて、除々と煮れば紫色の汁を生ずるを以て、之を濾過し、其の殘滓を雨水又は蒸溜水にて洗ひ、一ポンド大のフラスコに入れ、蒸溜水又は雨水を充たして、數時間放置するとき

圖 三 十 七 第



は、青色のリトマス液を得べし。此の溶液は、過量のアルカリを含むを以て、之を沸騰せしめ、硝子棒の先に濃硫酸を附けて攪拌し、僅かに赤色を呈するに至らば、硫酸を加ふることを止め、更に此の液が紫色を呈するまで、水酸化バリウムの水溶液を滴下し、暫く放置して硫酸バリウムを沈澱せしめ、之を濾過して清潔なる瓶中に貯ふべし。尤も此の瓶の口にはコルクを氣密に施すことなく、厚紙にて袋を作り、之を覆ひ置くをよしとす。

又此の液を濾紙に濕せば試験紙を得べし。

(三) フェニールフタレーンの溶液を作るには、少量のフェニールフタレーンを、清潔なる瓶に入れ、之に酒精を加へて、溶解せしめ清潔なる瓶に貯ふべし。

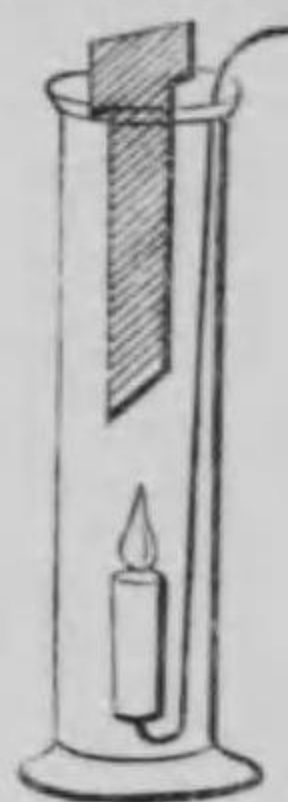
三 炭火と燈火

炭火燈火共に光と熱とを發すれども、前者は炎を揚ぐることなく、且つ吹きて強き氣流を送れば、其の燃焼益々盛となるに反し、後者は炎を揚げ、之を吹けば消滅す。此の差の生ずる原因は、炭火は炭素なる固體が直接燃焼するにより、後者は氣體が燃焼するによるなり。

四 兒童に課す燃焼の實驗

(一) 燭火を圓筒中にさし入るれば、筒壁は微細なる水滴の爲めに曇り、且つ燭火の勢は漸次衰弱すべし、圖の如く鐵葉板を挿入して、筒口をしなければ、燭火の勢は盛となり、線香の煙を筒口に置きて其の氣流を検すれば、空氣の出入盛なるを見る。更に燭火を出して、筒内に石灰水を注げば白濁を生ず。依て物の燃ゆるには新鮮なる空氣を要すること、及び燃焼の際、水と炭酸ガスを生ずることを知らしむ。

圖 四 十 七 第



白濁を生ず。依て物の燃ゆるには新鮮なる空氣を要すること、及び燃焼の際、水と炭酸ガスを生ずることを知らしむ。