



0047422-000

263.7-172

理科実験の原理と方法

堂東伝・著

賢文館

昭和7

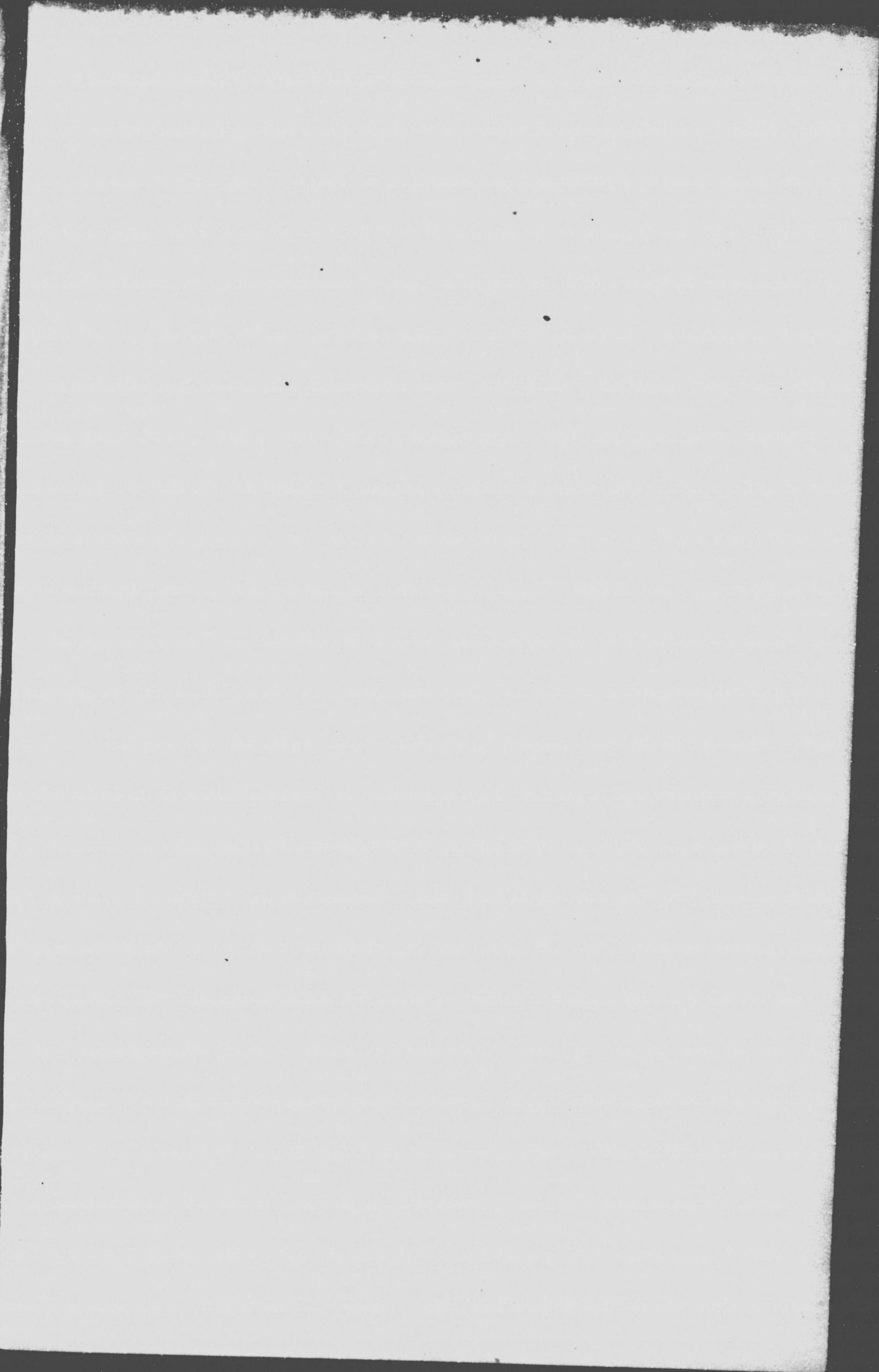
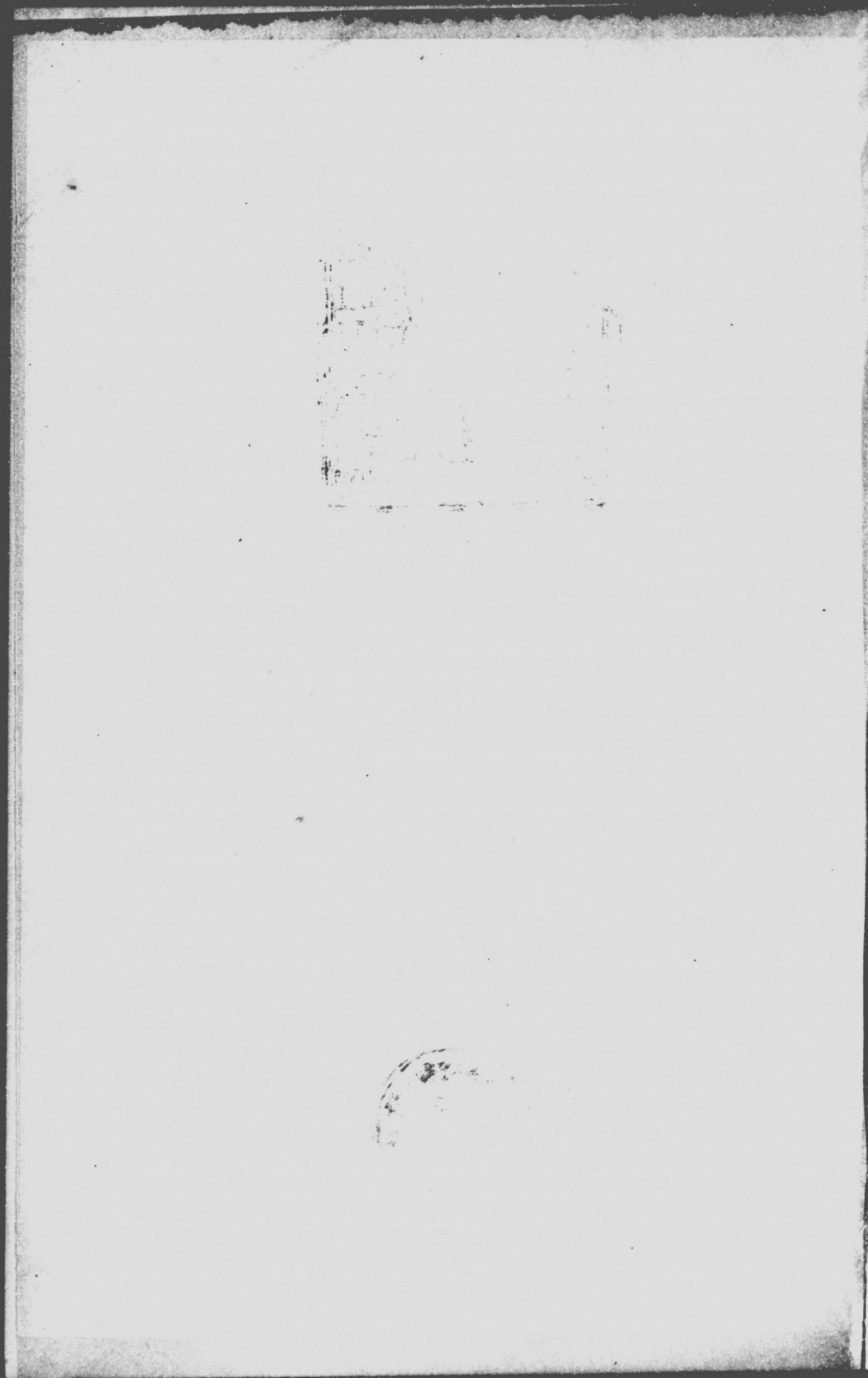
AHF

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。

263.7

172

法方と理原の誠と科理





堂東

傳著

理科實驗の原理と方法

東京賢文館藏版



263.7-172

序

野路の歩行には、遠方のみを見て歩けば蹉跌の憂がある。然らばとて足許のみを見て居ると迷路に踏み入る氣遣ひがある。大人同志の歩行には相手次第でビッチを上げてよい。途中に川があれば飛んでもよい。けれ共子供連れの散歩にはさうは行かない。自分に食べたくない菓子も用意せねばならない。心の進まないつきあひもせねばならない。なるべく疲れないうつらさの心づくしや、疲れた時の方法も考へねばならない。それが我が子であればあるだけに自然的にして無理のない方法が考へられるに違ひない。

これと殆んど同様のことが吾々の教育道の歩みにもある。私はこの小著に於て、小學理科實驗指導といふ限定した範圍に於て、子供と共に如何に歩む可きかを考察して見たいと思つたのである。だから歩みは自然地味である。肩で風を切つて歩く様な意氣と華やかさはない。けれ共實際的であり具體的である。

人或は斯かる行き方に對して低級であるといふかも知れない。或る意味に於て低級であるかも知れないが、親が子供を連れて歩いたからとて低級な散歩でない以上、私のこの教育道の歩みも低級でないことを信じて疑はないからあへてしたのである。

靜かに吾が小學校理科教育の現状に就て考へて見るのに、私は悲觀もせねば樂觀もしない。それは自然科学それ自身の研究は別として、自然科学の教育といふ點から考へて見ると、小學校が一番進んで居ると信じて居るからである。けれども兒童の心理と理科教育だの、子供の生活と理科教育だの、兒童の環境と理科教育だの、作業と理科教育だの、實社會と理科教育だのと唱へられて居る割合に、その具體的研究に乏しい點もあるからである。そんな様な私の理科教育の現状通覽の心持によつて本著を書いたのであるから、別に感情は加はつて居ない。一つでも主義や主張が實現出来る様な具體的内容が、本著のどこかになればよいと思ふだけである。然かもその具體的内容が、單なる斷片的な思ひつきではなくて、何等かの意味を胎したものでありたいと思ふのである。本著名を『原理と方法』とした

のはこの心持ちに外ならないのである。幸に此通覽を願はれますならば、この點に就て御理解を願ひ、御批正御指導を辱ふすれば幸甚である。

昭和七年十月一日大東京市記念日に

著

者

目次

第一編	理科實驗の原理	一
第一章	自然科學研究法としての理科實驗	一
第二章	實驗と觀察	三
第三章	實驗作業の教育的意義	九
第四章	理科實驗教授の史的回顧	一三
第五章	理科實驗訓練	一七
第一節	實驗作業の動機	一七
第二節	研究法の研究	二〇
第三節	模倣の價值	二〇
第四節	既有經驗の價值	二三
第五節	參考書の價值	二七

第六節	他説参考の態度	三〇
第七節	新考案の價值	三二
第八節	計劃事項の吟味	三三
第九節	實驗用具の準備	三四
第十節	實驗用具設置の整理	三五
第十一節	周到の態度	三六
第十二節	沈着の態度	三七
第十三節	共同の精神	三八
第十四節	統一せる作業	三九
第十五節	作業遂行と脱線	四〇
第十六節	實驗考察の一致	四一
第十七節	繼續的努力	四二
第十八節	作業完成の興味	四三

第十九節	作業に關する反省	四八
第二十節	實驗中の守則	四九
第六章	實驗指導と教師	五三

第二編 理科實驗の方法

第一章	一般的方法	五七
第一節	理科實驗設備	五七
第二節	實驗設備の運用	五九
第三節	實驗法指導上の諸問題	六〇
一	實驗教授から見たる教材	六〇
二	理科實驗の生活化	六一
三	同一實驗の反覆	六二
四	實驗教授の時間割	六三
五	實驗材料の蒐集	六四

六 實驗用器具材料の分配	四
七 兒童に任意使用を許す器具材料と指定する器具材料	七四
八 實驗材料の節約	七六
九 實驗法指導の機會	七九
一〇 實驗指導と板書	八〇
一一 結果を通じての指導	八三
一二 兒童相互の批評	八四
一三 參觀による方法	八五
一四 研究發表會	八七
第四節 一般實驗方法の指導	八八
一 一般實驗法と特殊實驗法	八八
二 刻度圓筒の使用法	八九
三 衡量の用法	九三
四 時間の測定	九五

五 寒暖計の用法	九七
六 電氣メートルの用法	九八
七 硝子管を切ること	九九
八 硝子筒を切ること	一〇一
九 硝子管を抜くこと	一〇二
一〇 硝子管を曲げること	一〇三
一一 叉狀管を作ること	一〇三
一二 板硝子を切ること	一〇四
一三 板硝子の角をひしぐこと	一〇六
一四 コルクに穴をあけること	一〇六
一五 コルクを殺すこと	一〇七
一六 硝子管にゴム管又はコルクを通すこと	一〇七
一七 熱源の利用	一〇八
一八 装置に關する研究	一一三

一九 豫備實驗の意義	一三三
二〇 兒童實驗案内書の價值	一三七
二一 危険な實驗	一四一
二二 經過を主とする實驗と結果を主とする實驗	一四三
第二章 特殊的方法	一六三
第一節 家庭生活に於ける理科教材に関する實驗	一六三
第二節 遊戲生活と理科實驗	一七三
第三節 學校生活と理科實驗	一八三
一 學藝會と理科實驗	二一〇
二 他教科と理科實驗	二一〇
三 製作々業による理科實驗	二三一
四 簡易理科實驗法	二三一
五 破壊作業による實驗	二四四
六 構成作業による理科實驗	二五九
	二六二

七 明確なる印象を與ふる實驗	二六九
八 結果の豫想と實驗結果との對照	二七四
九 實驗ははつきりして居なければならぬ	二七六
一〇 兒童に誤解され易い實驗	二八三
一一 經過を明示する實驗	二八八
一二 實驗裝置用具の急所	二九一
一三 實驗と合理	二九四
結 言	二九八
第三編 小學校理化實驗要項	三〇三

—(附索引)—

第一編 理科實驗の原理

自然科学研究方法としての實驗



自然科学の認識は如何様にして構成されるものであるかの深いことに就ては、實際教育家として立ち私には判らないが最も常識的に考へて見て、その研究の素材をなす自然物自然現象を確實に把握するといふことに始まらねばならないと思ふ。この素材を確保することとは言葉で言へば何の譯ないことではあるけれ共實際問題としては容易なことではない。研究者としての吾人が萬能の神でない以上、時間的に、空間的に、或は感覺機關の不備に於て、思考能力の不備に於て、あらゆる肉體的制約を受けねばならないとしても、又その素材認識の方法が分析的間接的であるとしても、その根底が事實に基いて居り、事實に基いて居るといふ意識が是認されなければならぬのである。實驗はこの素材確保の唯一の方法であつて観察と共に自然科学成立の根本をなすものである。

自然科学の認識は素材の確保を根底とするものではあるが、素材即ち學問ではない。こ

れ等の素材は吾々の公認する論理によつて整理されねばならない。この論理的思考は單なる實在を整理するの外吾々の要求する超事實の世界をも建設する。假説の世界はそれであるがこの假説的世界も亦實在と無視無關のものであつてはならない。事實現象に照して見て寸毫の無理不合理例外があつてはならない。この檢證は實驗によつて行はれるもので、實驗の任務は此の所にも存するのである。

要するに實驗作業は自然科学成立の根底をなすものであつて若しこれを否定してこれを輕視することは、事實の確認を否むこととなり、輕視することとなるので、理科教育の根底を奪ふこととなるのである。

第二章 實驗と觀察

自然研究の方法としての實驗と觀察とは同じに解して宜しいか、それとも實驗と觀察とは別であるかに就ては可なり議論がなされる。而しこの議論が單なる形式上の定義上の相違争ひであるならば私は實につまらない議論であると思ふ。然かしそれが吾々の實際問題解決の根本的必要から、その内容が論ぜられるものであるとすれば實に必要な仕事であると思ふ。

觀察といふ言葉、否事實を、心理學的に、自然科学的に解することになると中々面倒な論となるけれ共、これを一般的に解するならば餘り面倒ではないと思ふ。事物現象を公平に正しく吾々の天與の感覺器を通して認識するといふ位でも澤山ではないかと思ふ。

然かし實驗になると、さう簡單には解されない。語感から考へて見ても、そこには手続きや操作や装置や方法が考へられる。自然物自然現象中には單なる觀察だけで間に合ふことと間に合はないことがある。時には時間的に間に合はない場合もあれば、空間的に間に合はない場合もあるし、時間的・空間的・事情が複雑して起生するが故に簡單化して考へねば

ならない様な場合も生じて来るものである。さうして見ると茲に何等かの手続きや操作を必要として来る。これが即ち實驗である。

故に實驗は實驗だけで問題解決を見るといふ様なことは少くて、或る目的に従屬するものである。つまり實驗は一の手段である資料であると見る方が至當であると見る方が正しくはないかと思ふ。此の問題に就て今少し細項に分つて考察して見たいと思ふ。

1 實驗は時間を超越することが出来る。

第一に實驗によつて時間を短縮することに就て考へて見たい。今假に石灰洞を生ずること、鐘乳石石筍を生ずることに就て、實際經驗に訴へて學習したいと思ふ場合、これを自然界に行はれる現象に任せて置いた分には、何百年か何千年かの繼續的觀察にまたなければならぬであらう。しかしこれを吾々は實驗室に於て一時間の教授時間内に取扱ふことも出来る。つまり石灰が水に溶解し、溶解されたものが沈澱する状態の實驗に於て解決が出来るのである。更に吾々が露點や霜の研究をしようと思ふならば、自然そのままにまてば、冬季の来るのをまたなければならぬであらう。けれど吾々は夏でも露點測定實驗装置によつて解決することが出来るのである。これ等は實驗によつて時間を短縮したものと見る可きである。

第二に、それとは反對に時間を延長せしめることも出来る。これには餘り適切な例も見附からないが、馬が驅ける場合如何に脚を運ぶかといふ様なことは、吾々は自然界に於ける觀察だけでは中々困難とする所である。けれどこれを高速度活動寫眞に撮るとよく判る。又音叉の振動の状態等も肉眼では認め悪いけれど、煤紙に振動状態を印せしめると時間を延長したと同様に振動の状を明かに觀察することが出来る。

2 實驗は空間を超越することが出来る。

實驗は時間を超越することが出来て有利であるといふ事と相並んで空間を超越することが出来る便宜がある。例へば食鹽の製造は海濱に於て鹽業者の作業を親しく研究せねばならないであらうけれど、それは實驗室の蒸發皿の中でも行ひ得る。氣流が飛行機飛行船に及ぼす影響は、上空に於てでなく共風洞内に於て研究が出来る。吾々が直接經驗に基いて學習しやうと計劃した場合、盡く實際に就て行はねばならないとすれば、實に努力は大なるものである。けれど共實驗室に於て行ふことになるると至極研究の時間と勢力の得となる。勉強を目的とする實驗室内の作業の過半は空間超越を利用して居るものとも見られる。このことは物化ばかりではなくて、生物研究の方面にも可なり多い。高山生物熱帶生物の飼育栽培水族館等は皆この目的のために設けられたものである。更に各種自然科学應用

科學の研究所は單に自然界を正しく讀む、理解するといふだけではなく、進んで新らしき自然界の開拓發展のために研究室といふ特定の場所に於て實驗して居り、廣い自然界の開拓を目論で居る。

更に考へれば天體觀測の如きは廣大な宇宙をせばめ、望遠鏡は辰星を吾々の視覺範圍にまで引き寄せて居るのである。

3 實驗は吾々の感覺器の力を補つて居る。

吾々の天與の五管器は精巧なるが如くにして、又微力なものであり不正確なものであることに氣附くのである。一個の虫眼鏡は如何に吾々の視覺器の力を補つて呉れて居るか、顯微鏡の威力は如何様ではあるかは、これ等のない世界を、今ある世界と比較想像して見れば直ぐに判ることである。眞に客觀的に公平に事實を認識しやうとするには實驗といふ方法を借りなければ出來ないことすら多いのである。

4 實驗は複雑に起生する事實を簡單化し得るものである。

自然界に起生する現象は吾々が觀察考察し易い様に、單純なかたちに起生して呉ればよいのであるが、共、そんなものばかりではなく、多くの場合に複雑して起生する。例へば肥料の効果を知らうとしても大地に自生せる植物に施して見たとて、他の條件が自然に加

つて、目的とすることの解決に不利な結果を現はしてしやうがない。けれ共實驗室に於ては他の條件を完全に除けて、目的の結果のみをはつきりせしめることが出来るのである。

營養の研究藥物の研究を初め、研究所の實驗の大部分は、この方法によつて仕事をして居るのである。

5 實驗は現象現れの回数を任意にすることが出来る。

自然界に任せて置くと、現象の現はれが一回切りでその次に現はれるまで相當の時間をまたねばならない場合も多い。假に赤痢の研究をしやうと思つても、實際赤痢が流行するのをまつて居ては實にじれつたいであらう。若し流行したとしても、貴い人體を研究材料にさう供する譯にも行くまい。けれ共醫者は動物飼育によつて病氣を故意に作る事が出来る。何度でも何時でも出来る。茲に實驗の貴さが顯はれる。

以上實驗は如何なる性質のものであるか、觀察と如何なる關係を持つかに就て大體の吟味を試みたのであるが、前にも述べた様に、實驗と觀察の語義や定義の相違に就て吾々は論争することは下らないことである。假にその内容がどれ程違ふかに就て考へて見てさへ餘り効果のあるものであるとも考へられない。吾々が理科教育の一方法として實驗作業を兒童に課した場合の考へ方に、この考慮が加へられた時に眞に意味を持つものであると

信するのである。

八

實驗はあくまで實驗である。實現象ではない。實驗の結果は如何に公平に正確に記述されて見た所で、それだけの條件に於てのみ正しいけれ共、それが或る事柄を證明し説明した様に單純に自然現象も現はれるものである様に解する傾がある。これは大變な間違ひであるとせねばならない。風は高温度低氣壓の地から低溫高氣壓の方に向つて吹くものであるといふことは實驗に於て明確に知ることは出来る。風の方向も強さもこの實驗に基づいて規定することは出来るけれ共、現在吹いて居る風の方向や強さが、斯様な單なる理由のみに基づいて居るかと言へば、さう單純には言へない。水陸の分布や、地形や、地球の運動や、その他の條件にも大いに支配され、複合の結果今吹く風となつて居るのである。

斯様な次第で實際現象は相當の規模と、複雑さと、時間の經過と、その特質性を有するものであるから、實驗をそれまでに直して實際界を研究することが必要である。

第三章 實驗作業の教育的意義

實驗作業が單なる機械的筋肉作業である様に考へられるならば、その教育的意義が非常に薄弱となつて来る。實驗作業が或る單なる有形的物質的結果のみを目的とするならば、それは一の機械と何等選ぶ所がなく、耕作に従事する家畜にも等しいものとなるであらうけれ共、吾々の實驗作業なるものは、斯様な機械的なもの低級なものであつてはならない。

吾々が尊重しなければならぬ教育思潮の一として、勞作教育、作業教育、勤勞教育なるものがある。これ等は、各國有數の教育學者によつて唱導せられ、「爲すことに依つて學ぶ」といふ標識の下に、その主義が實現せられ、相當の効果が擧げられて來て居る。斯く爲すことは何故に學ぶことになるか、この點に就てその外輪廓だけでも考へて見る必要がある。

吾々は聽くこと、觀ることは勿論、概念から概念への學習も可能である。けれ共、それ等は實驗教育學の示す所により、効果が至極不確實であるといふ意見の一致を見て居る。吾々の學習は、可成的、多方感管に訴へ、就中筋肉運動に訴へて學習したことが一番有効であるとされて居る。百聞は一見に如かずとは、先人の諺であるが、私は更に進めて百見は一行に如

かずと主張したのである。

以上は單なる筋肉活動と精神活動との關係に就てであるが、これと相並んで教育上大切なことは、作業が全人教育に密接に關與するといふ點である。吾々の道德教育は既成道德やそれ等の教訓によつてのみ得られると考へることは大變な誤りであると信ずる。體驗自覺の個人道德があり社會道德があり、社會道義の觀念があると信ずる。これ等の確得は作業によつて初めて得られるものではあるまいかと思ふ。その内容の詳細に就ては後章節を分つて述ぶる所ではあるが、吾々の實驗作業をして最も有効に、高能率ならしめるためには、孤立であつてはならない、無秩序であつてはならない。氣まぐれや浮氣であつてはならない。試行錯誤法といふ様な學習法も成立するかも知れないけれ共、惡くするとこれ程人類文化の歴史を無視した不經濟な學習法はないとも言ひ得る。孤獨は時代を逆轉せしめ、文化を野生に歸らすものである。協同の觀念、共榮の念、先人の努力崇敬の念は自分がそれと同様の境地に立ち、自ら臨んで初めて得られるものであると思ふ。この感は直接心身活動を要する研究作業などに於て痛切に感ぜられ、教育されるものである。

これは社會道義の念に就てであるが、個人的人格完成に對しても作業は頗る良好な機會を與へるものであると思ふ。實驗作業の効果を良好ならしめる方法の一として、準備の完

全や、操作手順の考案計劃や、材料用具の整理整頓や、清潔を必要とする。居は氣を移し習ひは性となる。吾々は實驗者といふ様なことを除外して考へても、綿密、合理、秩序、清潔、努力等の習慣を必要とする。これ等は教訓を遵守することに依つても得られるかも知れないけれ共、これを確得するにはどうしても作業形式によらねばならないのではあるまいか。

斯様に實驗作業なるものは、單に自然科學の研究方法として須要であるといふことの外に教育的意義を多分に持つ所に着眼すべきであると思ふ。

第四章 理科實驗教授の史的回顧

大膽な結論であるかも知れないが、私は自然科学の發達の歴史は、實驗觀察の尊重の歴史であると思ふ。自然科学の發達史の中には事實の究明を輕視した様な時代もないではなかつたが、その多くは不發達に終つて居る。不發達どころではない、却つて發達を妨げ又は物質文化の進歩を逆行させたと考へられる時代もなきにしもあらずである。

然るに中世以降に事實に歸れ、事實以外に眞の存在を認めないといふまでの思想が勃興して來てから、自然科学は頓に發達して來て居る。斯様な次第で十九世紀の自然科学の教育は實驗教育であり、その後期に於ては普通教育にまで實驗理科教授なるものが盛んに唱へられて居るのである。

斯様な遠いことは今茲では考へる必要はない。吾が國に於ける實驗理科教授のことを回顧するだけで充分である。吾が國の自然科学は、近い時代まで自然科学は自然科学として研究されて來て居なかつた感がある。應用實用に従屬されて居たのではあるまいか。

従つて實驗なることは自然現象と實用への照合といふ様な極めて效利的な狭い範圍に於て行はれて居たものではあるまいか。

近い徳川時代の科學に於てすらこれをうかゞふに足る資料が幾らもある。彼のシーボルト杉田玄白の話などもその一で、解剖的事實に基く醫學の前には從來の獨斷的醫學は膝を屈せねばならなかつたのは當然のことである。

明治の維新は單なる政治的維新ではない。學問の維新でもある。先進外國物質文明に驚異を感じた人達は、早くこれを追はうとしたけれ共、初めは徒勞であつた。それは形式の輸入であり研究が事實に即するといふ根本に觸れななかつたからである。従つてその當時の理科教育に於ては全部注入記憶主義によつて行はれもので、實驗といふ様なものは見られなかつたのである。それから後も理科教育熱は高潮されたけれ共、明治の前期に於てはどうしても實驗といふまでには到らず、讀方と理科と區別することは出来ない状態であつた。

然るに明治中世になると中等學校が中心になつて器械標本の設備をなし、實驗をして見せて教へるといふ所まで進んだ。けれ共小學校の理科にまでは影響して來て居ない。戰爭は自然科学の發達に大影響を與へるものである。明治廿七八年三十七八年の戦役は物

質文明に相當の變化を與へ、吾が理科教育に於ても、高等小學校の理化方面に於ては教師實驗の所までは進んで來た。私の學校の理科備品臺帳を見ると明治三十年前後のものが可なり澤山あるが、それ等を通じてもその當時のことが偲ばれる。

従つて當時師範學校を卒業するものは理化實驗をして見せるだけの技能を供へて出なければならぬ關係上師範學校だけでは理科實驗法なる時間が設けられてあつた。

斯くして明治の末期に及んで居るが、明治三十五年には中等學校に理科生徒實驗設備を命じ生徒をして自ら實驗せしむ可しといふ布令が出て居る。これは劃期的のものとする可きであつて、各縣の中等學校一整に物理と化學の實驗室とその設備を整へたものであつた。

茲に今一つ着目すべき重大なることは大正三年以降の歐洲大戰の影響である。この戰爭は思想上政治上に大影響を與へたことは言ふまでもないが、各國が受けた經濟上物質文明の上に受けた影響は極めて大であり、自然科學の力が一時に認められ、それが理科教育の重要な叫びとなつて來た。これまで中等學校に於ける生徒實驗は小學校に於ては兒童實驗となつて現はれ、學の大小を問はず、通じて實驗理科教育の發達となつて來た。その後實驗理科教育は何等の變化なく、續出する教育諸思潮と相提携しつゝ、歩んで來て

居たが、その間兎角過渡期に流れ易い形式主義の理科實驗教育に對して熟慮反省の機會を與へて呉れて、その内容の充實に努めたものであつた。

然らば昭和の理科教育は如何であるか。私の考へでは整理期精算期にあるものであると思ふ。或る一つの事柄の進歩發達に就て考へて見ても決して直線コースをとるものではない。必ずやスネーキングコースを採るものである。吾々は教育を最も理想的にまた經濟的に考へた場合、直線的經濟コースを望まなくてはならない。然るに何れがこの經濟コースであるかの檢證がまだ出來て居ない。これは實驗理科教授といふ様な狭い範圍に就てだけでもさうである。他の教育の部面と併せ考へた場合に、吾々はもつと研究せねばならない内容的の問題のあることを認めるのである。

扱て茲で史的回顧の項を終るに當つて結言を試みたい。現在の吾々の理科實驗教授なるものは不自然なる過程を経て來て居ることに着眼せねばならない。何故かならば後進國としての追つかけ、掛けつけ態度が今日も尙ほ存して居るからである。これを簡單に形式主義と片付けければ誤解も出來るかも知れないけれども、實驗をさせれば理科教育の効果は擧るものといふ様に概念的に考へられて居る向きが多いのである。今少し實驗を本質的に考へなければならぬのではないかと思ふ。

次ぎには史的回顧にも見る様に現在の小學校の實驗教授は常に中等學校の理科教育専門學校の實驗理科教育に先達されて居る。従つて内容も方法もその方に引かれて居るとは否むことの出来ない事實である。これを眞に小學校の實驗理科教育とするには、小學校の理科教師により、小學校獨特のものとなせねばならないのである。茲に大きな仕事があると思ふ。

第五章 理科實驗訓練

第一節 實驗作業の動機

理科の實驗觀察作業が如何なる動機によつて行はれるものであるか、如何なる動機によつて行はれた實驗作業が最も有効に行はれるか、吾々學習指導者は兒童を有効なる發展性に富む作業に動機附ける様に指導することが出来るものであるか、斯様なことは何を考へるよりも先に考へられねばならない問題である。殊にこのモチベーションに關する問題は子供の作業教育を考へる場合には極めて重要なものではないかと思ふ。

第一に考へねばならないことは、子供の自發的欲求に出たものは最も深く動機附けられるといふことである。それが單なる表面的のものでなく、子供の本性から生れ出たものであるとか、一時的のものでなく、かねてから望んで居たものであるとかいふ風なものであるならば、抜くことの出来ない力を有するものとなるのである。例へば狩獵本能に基づくパチンコの製作、豆鐵砲の製作、蟬捕り道具の考案、遊戯本能に基づく、お薬屋遊びの秤の製作、

シヤボン球の製作、金魚池の噴水、手品遊びの理科的考案等の如きはこれである。斯様なものゝ製作に従事して居る兒童の態度を見て居ると實に熱心である。頭を十二分に活動させて居る、自己的色彩をあざやかに發揮して居る等の點は殊に氣附かれるのである。

理科の實驗觀察は斯様に運びたいといふことは念願する所ではあるけれ共、これにはこれとしての、他の及ばない長所があると共に短所もある。子供は常に現在に生きる所に特長があるけれ共、將來を通じて自己を統制して行く力に乏しい。子供の欲求するがまゝに任せて仕事をさせて置いて果して兒童を幸福にするものであるか否かは判らない。多分幸福にしない方が多いと思ふ。子供の發展の將來を考へて指導してやるものはどうしても大人でなくてはならない、識者でなくてはならない。斯様に考へた時に第二の問題が生ずる。

第二の問題といふのは外部から動機附けて、自發的に動機附いたと同様の力を持たせるといふことである。茲で問題となることは、果して外部から動機附けることが出来るであらうかといふことである。私はこれが可能であることを主張する。またこれが可能でなければ教育といふ仕事は出来ないと思ふ。何故かならば子供は環境に對する順應性と

暗示に對する感受性を多分に持つて居るからである。子供に事を強ひることは教育の効果から見て餘り好ましいことではない。けれ共子供を餘儀なくさせる様な欲求を持たせることは極めて大切なことである。その意味に於て、子供の實驗學習の動機誘發の方面として、教師の暗示、教科書の存在、上級兒童の理科的作業生活、及びその成績品等は大切なるものとなるのである。

第三には動機の轉換と循環とがある。

次に述べやうとすることは理科實驗に關することではないが、子供が圖書を學ぶのを見て居ると、一度飛行機の描き方を教へると、それが面白くなつて飛行機ばかり描いて居るといふことがある。この傾向は鳥に就ても人物についても軍艦に就ても富士山についても同様であり得ることである。これ等は一種の動機の循環と見てよいであらうと思ふ。

この子供が何かのはづみで家を描くことを教はると今度は家をかき始め、田舎の家や文化住宅や、ビルディングを描き出して相當立派なものを描く様になる。これは動機の轉換と見てよいであらう。

斯様に興味動機の變りを見ると、その變り目が果して氣まぐれのみであるか否か、私は氣まぐれのみではないと思ふ。却つて氣まぐれ半分で轉換された動機興味はよい結果をも

たらさないで、識者によつて指導されたものが良好の結果を得ることを思ふ時、動機の惹起には教師の或る程度までの指導の必要を認めるのである。

けれ共これは程度の問題であり、要領の問題である。程度要領とは、その作業の終始支配され壓せられた感があるものではないし、その結果が自分の力に歸するものでなくてはならないし、結果したる揮身の喜悅を感じるものでなくては、循環的の動機とはならないと思ふのである。斯様な學習動機に關しては H. B. Wilson; Motivation of school work. などに詳しく書いてある。

第二節 研究法の研究

研究法の研究なんて變てこな言ひ方であるが、實はこれが大切なのではないかと思ふ。どう研究すれば研究になるのやら判らずに研究と稱して實驗をしたり、斯うして居ればこれが學問になるのだらうなどと考へて仕事をして居ることは教育上から見ると至極馬鹿げたことである。どうすればよいかを研究することが大切である。

假に夏休みも近附いて子供が蟬取り用の捕虫網を作りたいと望んだとする。捕虫網をいつもの様に使つて居る子供には別段の研究も要るまいけれ共、單に捕虫網のあることを

知つて居り見たことのある位の子供には、作る前にどうして調べたらよいかを考へねばならない。學校の捕虫網を見せて貰つてモデルにするか、標本屋に行つて見せて貰つて來るか、識者について教はつて來るか、それ共自分で見た記憶をたどつて設計するかなど苦心しなくてはならない。この苦心の仕方が悪いと同じ骨折りにしても結果が骨折りに報ひられなくなる。吾々の實際生活から考へて見ると、實際の計劃をするよりも研究法の研究の方に腐心する場合が多いので、大勢はこれに依つて定まる位である。

理科としては研究法の研究としては可成事物に即してする様の研究案を立てる方が至當であり有効であることを教へねばなるまい。言葉の先や文字の端正だけすればよいものだといふ様には考へさせたくない。

第三節 模倣の價值

模倣といふことは創造と相對する心の作用で、教育として考へる場合に、極めて價值の乏しい心的活動の様子に考へられる。これは單獨に模倣だけに就て考へれば止むを得ないことであると思ふが、吾々は模倣を發展の過程として考へると、極めて意義あり價值あることとなるのである。これ恰も學習法として記憶なることが持つ運命や價值とよく似て居る。

吾々が或ることを目論んだ場合經驗智識が極めて貧弱であるとすれば、如何なる形式に出るかまた出なければならぬか。それは言ふまでもなく、外部的の力によるより外はあ
るまい。それが指導相手を人に求めず、事柄に求めたのが模倣である。經驗智識の乏しい
子供はこの模倣によつて生活慾求の満足を求めて居り、この作用が基礎となつて智的發展
を遂げ、遂には創造の作用に到るのである。實に模倣は創造の第一歩である。

子供は研究法の研究として模倣形式を選ぶことがあり、選ばしめることがある。これは
決して悪い方法ではない。けれ共叙上の様にこの模倣が單に模倣の程度で終止するなら
ば、それは効果の薄いものである。これを兒童の經驗とせしめた場合、更に次の或る何等か
の機會に於て創造的經驗と變らないだけの強い力となつて現れる様にせねばならない。
それがためには單なる表面的、形式的な模倣ではなく、理解の伴つた模倣にならなければな
らないものであると思ふ。

吾々は理科の實驗に於て、教師實驗といふ様なことを行ふが實驗本來からすれば、實驗は
自らがす可きであるのに教師がする、そこに矛盾がある様であるが決して矛盾はない。子
供の思考力と筋肉作業能力と釣合つて居る時にはその一部を補つてやる必要があるであ
り、直接手を下さうが下すまいがその効果に於て變りのない場合代表的に行ふことも不合

理や不自然ではなく、教育の手段として模範を示し暗示することは當然の仕事であるから
である。

この模倣なることを教師から考へれば決して便利主義に考へてはならない。即ち眞似
しめた方が考へさせたよりも速道だからなど考へてはならない。それも一の教育の形式
であるといふことを考へ、模倣に發展性の期待と方法を帯びさせねばならない。

第四節 既有經驗の價値

子供が實驗の計畫をなす際、一番有力なる役割を務めるものは過去の經驗であると思ふ、
泳ぎの出来ないものは、水の中に飛び込んで行つて他人の溺れたのを救助しやうとは計劃
しないであらう。自分の過去の經驗の活用といふ方面に向ふことは言ふまでもない。而
もその過去の經驗は幾つかの内の最も有力なるものに向けられることは言ふまでもない
ことである。この邊の消息はよく考へられなくてはなるまい。

吾々は教育的に考へた場合何でも出鱈目に經驗さへさせればよいものであるとは考へ
ない。何故かならば斯かる散漫なる斷片的經驗は、發展の基礎素材とはならないからであ
る。

經驗にも二種ある。成功の經驗と失敗の經驗がそれである。共に参考となるであらう
 けれ共理想として考へた場合には可成成功の經驗であつてほしい。

吾々は理科實驗指導に於て實驗が兎も角も結果に於てよく出來上る様に希望する。こ
 れは

正しい智識を子供に與へたい

子供に成功の喜びを味はせない

經驗に時間的永遠性を與へたい

といふ様な諸點である。これは勿論大切なことであるが、今一つ實驗が立派に出來たとい
 ふことは、これが經驗的智識としての發展性を大ならしめ得るからである。

以上は或る一つの實驗作業に對する經驗の構成といふ方面から見たのであるが、この經
 驗を斷片的たらしめない様にするためには、これを置く可き場所に置かなければならない
 と思ふ。それがためには水素の發生實驗、炭酸瓦斯の發生實驗、酸素の發生實驗といふ様に
 幾つかあつても、それ等を斷片的に取扱つては何にもならない。相互比較對照して經驗さ
 せておくことが必要である。つまり水素や酸素の場合には上方置換装置を用ふるが炭酸
 ガスの場合は何故に下方置換装置を用ふるか、次ぎにす可き如何様なる性質氣體の發生に

は如何様に装置を用ふ可きであるかの指導までしておく、その經驗が十二分の發展性を
 持つて有力なる既有經驗となり得るのである。

物理に於ても化學に於ても、用具や装置の用法は相當練習が出來た後に於ては過去の經
 驗によつて自由撰擇の出來る程度にまで到らしめたい理想を有して居る。實驗用具とし
 て日用品の利用等に於てもさうである。

題目 錯酸の實驗に於ける過去經驗の利用

目的

硫酸、鹽酸、硝酸等無機酸の實驗に於て得たる經驗に基き、可成自發的に醋酸の實驗を計劃
 せしめんとす。

連絡 尋六醋酸

方法

一 教師先づ醋酸は有機酸に比し作用弱けれ共、大體性質の等しきことを知らしめ、然らば
 如何様にして、如何なることを實驗研究す可きかを計劃する様に命ず。

二 實驗要項の設定

無機酸の場合に於て實驗要項は何々であつたかを回想して次の如く設定せしめる。

- 1 見掛上の性質
- 2 酸性の味と反應
- 3 金屬との化合
- 4 有機質との作用
- 5 加熱による成分の蒸發分離如何

以上は無機酸の實驗から來る經驗で、子供自身としてはこれ以上出來ないであらうし、これ以上のことを望むことは出來ないが教師としてはこれを批評し、更に子供の特に設立せる要項及び教師が命ずる要項をも加へて要項設定を完成する。例へば食醋中の醋酸分の定量であるとか、特に酢とアルミニウム及び貝殻との作用であるとかの類である。

三 實驗用具装置の設定

これも前の經驗によらしむればよい。例へば金屬との作用實驗には如何なる用具により酸の分量を何程、金屬は如何なる形状のもの、板塊、箔等を用ひたか等を喚起するの類である。それと同時に實驗上の注意をも喚起せしめる。

四 實驗操作の經驗喚起

實驗の要項が定まり用具材料の準備が出來ても、手配が定まらねば手が下せない。故にどの實驗より初む可きか、組合せを如何にする方が進行がよいか、協同してする場合には如何なる分擔によつて行ふ可きかまで考へねばならない。斯くして出來たるものは過去のものであるから、教師としては醋酸特有のものあればそれを指導して實際に着手せしめる。

第五節 參考書の價值

兒童の勉強の傍係のものとして參考書類の出版が澤山ある。此れ等の利否に就ては色々論議される様であるが、私は極端な考へ方は何れも否であると思ふ。子供の勉強を中心としてこの文明の機關を利用して種々なる參考書の出ることを私は悪い現象であるとは思はない。むしろ喜ぶ可きことである。けれ共これ等をして十分の價值を發揮せしむるためには色々の點に注意されねばならない。

その第一は出版者著者側に對する注意である。單に參考書が賣れるからと言つて安いものを粗製して提出されては實に困る。先づ第一にたしかなものではなくてはならない。別に子供にこびる必要はない。確かなものであつて眞に親切なものであれば子供が持つたからとて何等の缺點は生ぜまいと思ふ。

けれ共讀物といふものは讀物の持つ有効な範圍といふものが定つて居る。文字を通じて傳へ得る力だけしか持たない。だから悪くすると讀書だけで間に合はせるといふ様な勉強風に陥らしめる缺點がある。この缺點は著者の苦心によつて實行を促す様な記述法にもすることは出来るけれ共、大きな一面は讀者の態度及びこの態度を指導する指導者の如何にもあると思ふ。理科の勉強の本來は事物現象に即して勉強するのが本體で、その他は方便であるといふ觀念を頭に置かせねばならないのである。

吾々が理科の實驗研究をする次第順序に就て考へて見るのに、單に實驗のみで解決するか、参考書を併用するかといふに、單に實驗のみで解決する様のは實に少い。大概は實驗書を見る。そして色々な計劃をして實驗に取掛る、實驗に取りかゝつても途中で参考書を見る様なこともある。更に實驗が終つて結果が出て、他の人の結果と對照するため参考書を見る様なこともある。こんな仕事には大人と子供の相違は餘りないと思ふ。子供だから参考書を見て仕事をしてはならないとか、子供には先に参考書を見せないとはいふ理由も別にないと思ふ。書物の上でよく計劃して仕事にかゝることは極めて仕事の經濟である。只問題となることは書物の上の研究だけで済まされては困るといふことにあるので、書物を見ることによし悪しではない。書物を先に見やうと、途中で見やうと、後で見

やうと、そんな形式上のことは問題ではないと思ふ。

斯様な譯であるから、参考書は参考として見るもので、自分の仕事の代理を命ずるものではない。参考書で樂をしやうとするのは面白くないといふ、参考書使用の根本態度を子供に授けるのが根本の問題ではなからうかと思ふ。

授業の實際に就て考へて見ると、子供は参考書で勉強するのを理科の本當の勉強だと考へる時代がある。参考書無上主義に考へて、参考書に書いてあつたことをそのまま勉強として發表して得意然たることがある。これは教師の指導によつてその觀方を教へねばならない。教師の指導が悪いと、内心参考書によつて勉強して居るのであるけれ共、殊更かうして自分で勉強したかの如く装ひたがるものも出来る。これは危険である。参考書にあつたことはあつたとして發表せしめればよい。それを自分の勉強とするにはどうするか、の指導を眞面目に受ける態度に出させることが素直な勉強振りで望ましいことである。

兒童中には参考書に斯くくることがあつたから實驗して見たらどうであつたといふ様に念入りに發表するものがある。これは實に感心である。この程度に到つて初めて参考書を参考書として使用が出来て居るものと見られる。

第六節 他説參考の態度

他説參考といふうちには叙上の參考書のこととも含まれる。こゝでは參考書以外のものに就て述べるのである。子供が實驗觀察案を計劃する場合、自分で十分を盡してもまだ實行といふことを前に控へて不安な場合が幾らもある。これは兒童の仕事だけではなく大人に就て考へて見ても同様である。斯様な場合に實行的意志が薄弱であれば、言ひ換へれば動機附けられてある程度が浅ければ、その計劃を中止するといふことになるし、實行意志が強烈であれば、質問等識者の指導を求めるといふ求智的態度となつて現はれて来る。この場合に於ける指導法と、その指導を受ける態度と、指導を受けてからの處置とが教育上可なりの問題となりはすまいかと思ふ。

第一に他説參考の態度に就ては論ずるまでもなく決して悪くはない。喜ぶ可きことであるが、只問題となることは自己の全力を盡して然る後に出た處置であるか、又は依頼心から出たものであるか、問題である。吾々の理科實驗に於ては自力を盡して而も實行の目論見の立たない様な場合に識者に求めるといふ態度を理想とする。

第二にはこれを指導するの態度であるが、それは機械的に流れない様にすることが肝要

である。需める所に正しく應ずる様の處置が大切である。そのためには、

1. 需める要點の聴取が第一であり、
2. どこまで自分の力が及んで、どこが足りないかを聴取することが第二であり、
3. 第三にはどれだけを指導されれば實行が可能であるかの豫想を述べしめること、が肝要である。斯様にした上でその需めに應ずる様の指導をすれば一番有効に行はれると思ふ。單に無定見な指導を需める態度も感心しないし、それに對して不用意に教へるといふのも共に好ましいことではない。

第七節 新考案の價值

實驗方法の計劃、實驗結果の考察等に對して子供は自由なる考へ方をなし、色々の新らしい試みをなす場合が幾らもある。これを教師はどう見るかは、子供を指導する上に大なる影響を來すもので、場合によつては子供を精神的死活状態に置かす様なこともある。

- これに對する要領としては私は次の二つを擧げる。
1. 子供は自由な考へ方をするのが特徴であるから、教師も亦自由な態度で接することが必要である。教師は稍々もすると硬い甲羅を背負つて居て、子供に自由な態度で接する

ことの出来ない様なことがある。子供が方解石を粉の様に割つて虫眼鏡でのぞくと、それは悪戯だと考へたくなる。又方解石が鹽酸に溶けることを實驗するのに、方解石の無くなるまで鹽酸を補充すると、それは餘分のことである。泡立つことは即ち溶けることである。考へてよいと思ふ。けれ共全く自由な立場に立つて考へて見れば、どんなに細かく打ち割つても元の形と同じであることを知るために粉にして虫眼鏡でのぞいて見て悪いといふことはない。とけることを知るために溶けて無くなるまで鹽酸を補給して悪いといふ道理もない。只そこには勞力の經濟經費の關係實驗觀察の便否といふ様な事情が存するのみである。この考さへ教師が指導すればよいのである。

2. 第二は子供にとらはれないといふことである。餘り子供を尊重し過ぎると子供にとらはれる様になり易い。教師が子供にとらはれる様では教師の立場がなくなる。教師は自分の經驗や研究や他の一般の研究方法を知つて居なければならぬ。然かし正面から出すと子供は受動的になつて自主的態度を失ふ。この出し方が要領である。然して子供の新考案事項を臺なしにする様のことがあつてはならない。時には子供の新考案があつても教師の一般的方法を示さず、兎も角も新考案通りに實行して見る様に力づけ、當然の失敗ではあり乍ら教師兒童共に悲しみ共に再び計劃するといふ様な變則的指導形式をとる様なことがあつてもよいかと思ふ。それは失敗をさせるのが目的ではない。子供の創作的芽生えを生かす意味に於て、且つ教師の指導を一層有効ならしめる手段としてのみ時たま行ふ方法である。

斯様に子供が實驗を計劃する場合、時々創意的なるものを現はすものである。挺子装置の自作などを命ずると、自分の力量の程度に於て創作をする。これ等は第一に生かす態度に出る可きものである。教師は決して教師一流の甲羅を被らない様注意せねばならない。

第八節 計劃事業の吟味

實驗目的が確立し、その計劃の立案が出来たら、實行の運びにしてよい譯であるけれ共、兎角机上の計劃は實際に臨んで見て手ぬかりのあるものである。計畫が出来たらば實行するものとして一應の吟味をする習慣をつけねばならない。これは馬鹿らしい様であるけれ共、後手を防ぎ仕事を確實にするもので、決して損失にはならないものである。この吟味は結局は自分でせねばならないものである。けれ共初步に於ては、自分でしたことは自分ではその缺點が判らないのが普通である。吟味には吟味の要點と要領があるものであるから、教師に計劃の批評を求め、それ等の批評から歸納して吟味の方面とその要領を學習せ

ねばならないものである。

第九節 實驗用具の準備

實驗作業に着手する前には用具裝置の準備をせねばならないが、これは計劃の際の準備事項に従つて行へばよいのである。こんな場合に何々を準備す可きかなど考へるものではない。

實驗の準備の實際に就て考へて見るのに、普通教師がしてやる場合が多い様である。これは時間の關係であると思ふが、これは教育上考へものであると思ふ。準備品中にはどうしても子供では出来ないもの、例へば、二次電池の充電であるとか、藥品類の蒐集であるとかの如きは教師がせねばならないし、今少し簡易なものでも教師がする場合もあるが、それとても教師がするのが本體ではなくて、子供自身がす可きものであるといふことを、教師自身も考へて居なければならぬし、子供にもその考へを持たせる可きである。この考へを持つと持たないによつては實際問題として教育効果の上にななる相違を生ずる。兒童がす可きものであるといふ考へが教師にあるとすれば、勢ひ將來は子供が準備が出来る様に保存の場所や保存法に就て教へるであらうし、取扱ひ上の注意もするであらうと思ふ。斯く

して訓練されたる子供は、教師のする一部分でも手傳つて準備を速ならしむる様にするであらうと思ふ。

兒童に自分自身がす可きが本體で教師にして貰ふことが變則であるといふ考へがあれば、自然準備の仕方に就て進んで見做ひもするし、準備して貰つたものに就ての吟味もするし、爲されたことに就て感謝の念も起り、使用が有効になり、取扱ひや後始末に對する態度や處置等までが良好に向いて來ることは當然である。

教育といふことは面倒なものであることは頭から覺悟しなくてはならない。幼い子供を相手としての仕事は、どうかすると爲さしめるよりも自分でしてやつた方がどれほど樂であるか判らない場合が可なり多いのである。けれ共、それでは教育ではない。如何に世話はやけても、見て居ることがぢれつたく共指導の勞を惜んではならない。

實驗用具の準備に際しては、

1. 初め保存の場所や保存の方法を覚えてゐること。
2. 品物に應じて取扱ひを考へること。
3. 一度に澤山を準備する様なぶしやうをしないこと。
4. 準備品が重複したり不足したりしないか吟味すること。



5. 準備品に對しては絶対責任を持つこと。
 6. 使用中使用後誤り損じたる時は、必ず損じないものと取替へ置くか又は取替出來ないものは教師にその旨を告げて損じて居る旨明示して、次の使用者に對する注意をなすこと。
 7. 使用終りたる時は清潔に手入れをなし損傷なきかを吟味し、次回の使用者の迷惑とならない様にする事。
- などの訓練が必要である。毎度使用器具を組別にして責任を明かにする位までの程度はよいとしても、損傷した場合弁償せしめる様の方法は小學校では實によくはないと思ふ。總て道德的溫情的に素直ほにしたいものだと思ふ。

第十節 實驗用具装置の整理

實驗室としての實驗用具の整理整頓に就て茲で考へるのではない。實驗中實驗臺上の準備品の整理整頓に就て考へ様とするのである。職人にあつては工作臺上の用具の整理、工場ならば工場の整頓のされ方、研究室であるならば、實驗室の様子で、一見その仕事能力が判ると言はれて居る様に、用具の整理整頓の如きは馬鹿げた事の様に思はれるけれ共、決してさうではない。仕事の能率の上に關係深いものである。

整頓は素人目に見た氣持ちのよさのみに就て言ふものではない。一見取り散らしてある様であつても研究者自身にとつては最も都合のよい整頓法であることがあるからである。何れにしても一通りの考慮が準備品整理の上に加へられねばならないことは言ふまでもないことである。此の點を私は述べて居るものである。

第十一節 周到の態度

實驗だけではない。何事をなすにもしつかりして仕事をしやうとするには用意の周到といふことは大切であるが、理化實驗に於ては殊にさうである。

周到の態度の必要なことは單に實驗の過程のみに就てではない。全般に亘つて必要である。

1. 仕事の計劃に就ては前に述べた様である。
2. 準備に就ても同様で、實驗中に準備品を取りに行つたりすることは實驗者としては最も慎しまねばならないことである。一の準備品の不足のために折角の實驗が臺なしになる様な場合は幾らもある。

3. 實驗經過の觀察に就ても同様である。變化の速度が速い場合の如きは殊更である。又加熱實驗等に於て器具の破損を來したりする如きは多くは注意の周到を缺くためである。

4. 實驗結果の整理考察の際に於ても用意の周密が必要である。條件の一を忘れて居たりするために正しい考察が出来ない様な場合もあり得るのである。

第十二節 沈着の態度

この態度も實驗者には望ましい態度である。實驗には證明實驗といふ様なこともある。つまり結果が明かになつて居る場合もあるけれども多くはその經過や結果が判らないからする場合が多い。従つて豫想外の現象のあることは當然と言はねばなるまい。沈着は普通の場合には餘り威力を示さない。非常の場合に必要なものである。非常に際してうろたへない態度を作ることが必要である。

斯の如く大切な沈着の態度は決して教訓的説話や話で得られるものではない。合理的信念や體驗によつて生れるものであると思ふ。理科實驗に於ける沈着の反對は、あわてる、さわぐ、物をほろり出す、こはがつて手出しをしない等である。子供が斯様な態度をとる次

第に就て考へて見るのに、初經驗に多くて更度三度のものに少く、用意の周到な子供に少く、輕卒な子供に多く、豫想ある場合に少く突然の場合に多い。その他生來臆病的に出來て居る子供に多いといふ様である。

これ等の原因が何れにあつて見ても沈着の態度は養成の仕方によつては出來ることはたしかである。教師は相當の經驗者である。常に突然に發生する現象にして、子供の沈着心を破り臆病たらしむる原因といふ様なことに顧慮し、落ち付きある實驗態度の養成に努めなければならぬ。殊に引火性實驗、爆發性實驗、轉倒性ある實驗器具の破損率の多い實驗等に對しては豫め注意を與へ、相當の處置方法を授けて置いて、落附いて實驗する様の態度を養成す可きである。

第十三節 共同の精神

同一目的の下に同一實驗を行ふ場合、同一目的の下に分業的に實驗をする場合には、單獨的に事をするとはよくない、共同す可きであるといふことを教へねばならない。

子供が幾人でも實際に實驗作業に従事して居る様子を見て居ると色々である。

1. 皆の子供が遠慮し合つて手出しをしないこと。

2. 大部分の子供が遠慮し合つて居て、一人の子供が主になつて實驗を行つて居ること。
3. 全部の子供が手出しをしたがつて、常に争ひをして居て、仕事が進進しないこと。
4. 分擔を分つて仕事の進行をはかること。

その他色々である。これ等に就ては言ふまでもなく、最後のものが理想的であるけれども、初めからこの様な譯には行かない。これになるには幾らかの訓練を経なければならぬものである思ふ。

第一に屬する子供は指導が樂な様で實はさうではない。この子供は形式に流れ易い缺點がある。理科の實驗作業は手よりも頭の働きを非常に重視する。命のまにまに動いたからとてそれでよい譯ではない。所謂従順は上等とは言ひ悪い。であるから分擔を定めしめることも必要であるが、與へられたる分擔は全體の仕事の上にどんな地位と重要性を持つものであるか、これがためには自分の仕事にどんな努力を拂はなければならぬかを考へさせる様に指導す可きである。

第二の子供に對しては二通りの注意が必要である。遠慮勝の子供に對しては、一の場合を適用すればよいが、出すぎる子供に對しては仕事は分業によつて良好の結果をもたらすものである、また努力の經濟である、眞に偉大なる仕事は今日の様な仕事の組織に於ては協

同でなくては出来ないものである。自分獨りでした様に思はれる仕事も、靜かに考へると他人の努力が總てに加はつて居るもので、自分はこれを善用利用しそこに自分が加はつたものであるといふ意味合ひのことを手近かな事實によつて教へねばならない。自分の仕事を尊重すると共に他人の學習を尊重し、他人とよく協同するもの程有効な仕事をなし得ることを教へて、互に協同せしむるの方法を考へさす可きである。

第三の子供に就ても、第二の出過ぎる子供の指導を適用せしむればよいので、第三の様な子供が自覺した方が、第一の子供よりもしつかりして來るものである。

例へば挺子の法則を歸納的に構成せしめる様な場合に、各自が實驗するとすれば、支點が中にある場合だけに就ても二力の等しい場合數種、二力の異なる場合數種、それに支點が一端にある場合に就ても考へると最小限度八回の實驗の結果を必要とし、斯くして得たる結果も、他人と協同して得たる平均結果よりも正確を缺く場合が多いのである。比重測定の實驗その他に就て考へると、小學校でも協同の必要を感じしめる教材は可なり多いのである。

第十四節 統一せる作業

作業をする場合に就て考へるのに、作業によつては大單元のものもあり、小單元のものも

ある。而して大單元のものは一單元である場合もあれば、更に小單元に分割されて、それ等に有機的關係を持つものもある。斯かる場合、子供に任せると有機的統一を缺く場合が可なり多いのである。殊に仕事が分業的に行はれる程この統一を缺くのである。

元來學問といふものは經驗の整理統一によつて生れるものである。或る一つの經驗が或る地位を占める所に經驗なるものゝ價值と意義があるのである。鹽酸が白い煙の様に發煙することそれ自身には何等の價值もないかも知れない。金屬と化合して水素を發するといふことは左程價值ある經驗でないかも知れない。又硫酸が比重が大で粘り氣のあることもそれ自身としては有價值なる觀察作業でないかも知れない。けれ共、その見掛上の性質や、物理的性質や、實驗上の化學的性質が他の酸のそれ等と比較して統一的に考案された時に大なる價值を發揮し、更にアルカリの性質などと比較對照されたる時に更に有價值有意義なるものとなるのである。

作業は單獨に目的を達成し得る場合もあるけれ共、その多くは統一的に考察されたる時に眞の價值を發揮するものであるから、作業單元の完成と共に單元の有機的考察に就て充分の考慮が拂はれなくてはならない。それには教師の指導が可なり必要であると思ふ。

第十五節 作業の遂行と脱線

子供が實驗作業をして居る實際状態を觀察して居ると、可なり脱線的な仕事をして居る場合が多い。この場合多くは惡戯として禁止せられることが多い様である。

元來脱線といふことは作業そのものに就て附せられたものではないであらう。仕事を目的觀念と對照して考へられた場合に定められる一種の觀方である。故に脱線は目的觀念の聯想的轉換と見る方が至當であるかも知れない。何れにしても初目的を目的として仕事を與へた場合、脱線は好ましからざることは確かである。

子供が脱線的作業に陥る次第に就て考へて見るに、第一に氣附くことは、

初めの動機に於て薄弱な點があることであり、

目的意識が確かになつて居ないことであり、

相當の精神的疲勞とけん怠を來して居る時であり、

突發的感覺的刺戟の生じた時であり、

脱線の傾向を濃厚に持つて居る子供に就てである。

原因が斯様であるとすれば、脱線せしめない様にするためにはその原因を除去すること

に努力せねばならないといふことになる。

然かし子供がとるこの脱線的行動に就て教師は考へねばならないことがある。それは子供の多くが脱線的傾向を示すとすればそれは教師の責にあるとせねばなるまい。特殊な子供が脱線的傾向を示すとせば、それはその子供の個性であると見なければなるまい。何れにしても一考再考を要する問題である。頭から叱り飛ばす譯には行かない。

教師として又教育として考へねばならないことは、脱線的傾向の人物中にはその方面で偉いことをする人のあることである。それは一般ではないとしても事實としてある以上考へない譯には行かない。子供が實驗に於て脱線的傾向を取つた場合それが強力にその方面に興味附けられてあるならば放棄せしめやうとすることは無理であらう。別に目的を立てて研究する様指導してやればよいのである。此の場合教師としては脱線的行動が單なる末梢的興味の満足から出たものであるか確たる目的の忘却から出たものであるかを確かと見ることが先決であると思ふ。

私が嘗て電信機の實驗に於て電信符號に就て話して居る際に、色々別のことを考へて居る兒童があつたので調べて見ると、自動的に電路を開閉せしめる様なリレーをテープで作ることを考へて居たものらしい。そのまゝやらせて置くと次の時間までに電信機も自

分で作りリレーをバネ仕掛とし、紙テープに長短の電信符號を切抜き、これを連続的に引くことによつて電信機が切抜き通り働く様の仕掛を考案して來て私に示したことがある。これは實用的見地からすれば問題や異論があるとしても、考へをこらした點に於て賞讃すべきものがある。

第十六節 實驗考察の一致

考察力の働かない活動は機械の活動である。人の仕事には必ず頭の働きが伴ふものである。これ共、これが有力有効に働くか否かに就ては萬種百態であると思ふ。實驗的作業としては作業の遂行は勿論大切である。これ共、それに伴ふ考察力の充實を必要とする。この一致がとれない分には完全なる作業といふことは出来ない。

しかし吾々が普通に言ふ考察といふ言葉の内容は種々である。實驗に就いての考察といふうちにも、實驗の方法に對する考察、進行状態に對する考察、進行結果に對する考察などはその主なるものであらう。實驗操作中に於ては進行状態に對する考察の方面が忙がしいために結果に對する考察といふ様ないさまがないのが普通である。然るに實驗作業そのもの、完成といふ點から考へると結果に對する考察を極めて必要とする。して見れば

實驗操作後に於いて結果に就ての考察の機会を特設することはきはめて必要なことである。

然るに吾々の實際の理科授業に就て考へて見るのに、實驗操作に時間がとれるために考察時間を見出し得ない場合が多いのである。これは實に遺憾なことである。子供の教育に於て急ぐこと、生半分で次に移ることは甚だ禁物である。仕事の範囲を狭めても、一教材位省略しても、實驗操作のあとを回想し、考察をなさしめることが必要であると思ふ。尻抜けの實驗に終らない様にしたい。而も實驗は實驗考察といふ様に分離しない様に考へることが必要である。

第十七節 継続的努力

子供が實驗作業に従事して居て、どうかすると途中で放り出すことがある。又放り出さないまでも、自分ですることを止めて他人に責を譲らうとする様なことがあり、代理をさせやうとしたり、助力を求めたりすることがある。これ等は何れも感心出来ない傾向である。これは何によつて起るか。私は原因として、その仕事に深く動機づけられて居ないといふことが最大原因となり、それを遂行するに計劃が充分でないといふことにもあり、程度に合

つて居ないといふことにもあると思ふ。

子供が仕事を熱心にして居る場合の状態を見ると、時には食事も忘れて居ることがあり、平生よく返辭をする子供でも返辭をしないことがあり、用事を素直ほに聞く子供でもこの場合否む様なことがある。つまり作業に熱中して居るからである。學校の理科實驗でも調子がよいと繼續してやりたがる。途中で出鐘が鳴つて、これで今日は終りなど命ずると、次は何々の時間で、先生に斷つて來ますから續けてやらせて下さいなどいふこともある。継続的努力は斯様な所につながれて居るのではないかと思ふ。

して見れば、途中あきた様な場合、只單に一生懸命やれとか、手傳つてやるから中止してはいけないとか、叱るとかしたからといつてよい譯のものではないと思ふ。これ等の方法は形式的のものにしか過ぎないので、本質的のものは、仕事と自分との離れることの出来ないかゝはりの有無にあるのではあるまいか。

第十八節 作業完成の興味

仕事となつたら出來上らなければ面白くない。完成しないことを豫想してその仕事に従事して居るなんていふことは實に意氣地がない。吾々が時々困難と豫想される作業を

も計劃するのは、これに關する既往に於ける成功の經驗的自信が有力に手傳つて居るものである。つまり立派に出來上つたといふ喜びの經驗は、進歩發展の上には極めて大切なものである。これと正反對に夫敗の經驗は著しく活力をにぶらせるものである。この經驗は事に當つて恐怖心となつて現はれ平氣であれば出來ることでも出來なくなる場合は幾らもあるのである。一度感電して氣味の悪い經驗をした子供は電流に對して著しく恐怖心をいだく。沸騰によつて熱い經驗を持つ子供は加熱實驗をきらふし、點火によつて爆音を恐れた經驗のある子供は點火をきらふと同様である。實驗に對する完成の經驗、成功の經驗は子供の實驗指導には極めて大切なものであると思ふ。

子供が實驗に行きなやんで居る時は加勢するといふことには兎角の問題はあらう。又その時の事情にもよるであらうけれ共、子供の力量が及ばないからと言つて放つて置くことには私は賛成しない。兎も角も完成する様に、その程度に於て直接間接に指導してやらねばならないものであると信ずる。

第十九節 作業に關する反省

反省といふことは何の事業にも必要なことである。計劃といふ言葉は積極的な感じがして、反省といふことは消極的な感じがするけれ共、その事は決して消極的ではないと思ふ。次の計劃の内的動因をなすものであると見れば極めて積極的である。

反省は失敗の場合にのみなされる回顧的考察であるかの様に思はれるけれ共、吾々の理科實驗に於ては成功の場合にも行はせたい。反省といふ言葉が失敗と聯合され易いならば感想でもよい、事後の回想でもよい。さういつた様な仕事が必要である。

それ等の仕事は兒童自らが行ふことを本體とはするけれ共、それに同僚が加はり指導者が加はつた場合更に有力に有効に行はれることを感ずるのである。この場合成功に對する他からの批評に就ては別に問題はないけれ共、不結果に對する批評には注意を要する。決してはぢさせる様のがあつてはならない。

第二十節 實驗中の守則

實驗室に於ける理科實驗は多くの場合設備などの關係上四人又は六人が分團となつて協同的に行はれる。茲ではその組織のものとして實驗中の守則に就て述べたい。

第一に目的と仕事の計劃と方法と準備が完全しなければ作業には取りかゝらないこと。

これは最も大切なことである。この中何れに不備があつても宜しくない。然かし子供はこれが完全しなくても操作にかゝりたがつてしやうのないものである。而して行き當り主義に色んなことをする傾きがある。殊に材料用具の準備を完全にしないで、行き當つて取りに来る等のことは間々あるのである。これをしないと云ふ守則がなくてはならない。

第二には分團で仕事をする場合には團體的に仕事をする必要がある。そのためには主宰者を適當に定めて統一的に仕事をする様の約束を作つてもよい。準備をしても完全なる分擔を定めてする必要がある。打合せなしで用具や材料の準備をするとダブつたり、足りなかつたりする様のことがある。個性を通したがる子供のみが一分團を形成すると議論が多くて、仕事としてはせず、船が山に上る様なことがある。慎ましむ可きである。

第三には用具材料の準備方法に就てである。これには先を争ふことは絶対にさけしめたい。常に靜肅に準備せしめる。もし同時になつた場合は整列して順番をまつ様の習慣を養成したい。

第四には實驗中に於ける話し聲に就てであるが、實驗の際には實驗に關する話の外に、無關係の事に就ては一切話をしないことにせねばならない。尙ほ實驗に關する話でも、自己の分團内に於て用が足る程度の話聲以外に、他の組の打合せに妨害となる様の高聲は一切

用ひないことにせねばならない。自己の權益を主張せんとするものは他の人の權益を尊重し、自己の義務を完全に果さねばならない。

第五には實驗作業は、やり放しでは効果は少いものであるから、實驗中又は實驗後に仕事の整理をせねばならない。故に濟み次第に整理作業に従事する様の習慣を養ふ可きである。そのためには仕事が濟んでも無駄仕事や無駄話をしない様の守則を作る可きである。

第六には實驗の初めには用具でも材料でも出すけれ共、終るとなげやりにする傾きがある。これは作業としては甚だ面白くない現象であるから、常にもとあつた様に始末して終りとする守則を實行せしむ可きである。

第六章 實驗指導と教師

實驗指導といふ様な狭い事柄だけに就てのみではなく、教育の仕事全般に亘つて、教師が如何なる地位を占めたらよいかといふことは非常に大切な問題である。此れに答へる結論としては極めて平凡な言葉ではあるけれ共、學習作用の主體は兒童であつて、教材はその内容であり教師はこの學習内容と學習者の間に立つ補導者でなければならぬ。これを次に實例に就て考察して見たい。

吾々は自轉車や自動車や汽車を貴重な交通機關として重寶がり、印刷物や寫眞や電信を大切な通信機關として將又高い文化生活の所産たる文化財として重要視する。これ等に對する價値を眞に兒童が理解するにはどんな經驗をとるか、その間に於て先輩はどんな役割を努めるかに就て考へて見れば、學習作業に於ける兒童と教師の分野が分明になるであらうと思ふ。

假に自轉車を結構な文化財であるといふ様に理解するには少くも、次の様な原理の價値を認めねばなるまい。

- 1 重心と物體の轉倒
- 2 遠心力求心力の關係
- 3 輪軸に於ける力の關係
- 4 齒車に於ける齒數と回轉數
- 5 槌子の原理とブレーキ
- 6 ハンドルの回轉と摩擦
- 7 金屬材料と防錆方法
- 8 金屬材料の節約と重量及び耐力性
- 9 空氣の彈性と振動
- 10 其他

斯様な原理は何によつて知ることが出来るか。吾々は幾多の實驗觀察を経たる抽象概念として得られるものであつて、この概念は更に幾多の具體的經驗の綜合的觀察力によつて生れるものであると信ずる。

今これを逆に考察すると、吾々はその生得的裝具によつて、自然現象自然物を知識構成の素材として認識する。これを素材價値の認識と言つてもよいかも知れない。然かしそれ

が單獨に存在するならば極めて低いものとして終止するであらう。例へば粗なる面と粗なる面との間に於ける摩擦が大であり、滑なる面と滑かなる面との間に於ける摩擦は小であるといふことの二個の經驗だけではその力は甚だしく弱いものであるけれ共、それ等を關係付けて、如何にせば粗なる面を滑かならしめて摩擦すべきかといふ様に考へると、價値は非常に高いものとなる。更にこれに轉がりの摩擦をも加味して考察された場合には、それ等の各々は更に高い價値の存在となるのである。斯様の經路は兒童自身がとるのを以て理想とするけれ共、それには幾多の制約的條件が加はつて、理想的に高級價値の創造へと發展出來ないことがある。茲に於て教師の任務が生ずるのである。けれ共教師はこれ等の價値創造への輔導的責務を果すことは出來るけれ共、その作用の本質には何等の關與をゆるさない。つまり自分が代つて理解してやるといふことは出來ないのである。輔導してやることは出來るけれ共、代つてやることが出来ない所に兒童と教師の役割が定まるのである。

今少しこの關係を具體的に考察して見ると、

1 子供が自主的に、自力によつて價値創造への本筋を通つて居る間は教師は不要であるといふことになり、此の場合に教師が手出しすることは去つて兒童の心的活動を妨害す

るものであるといふことになり、

2 又若し子供が素材の認識の形式や方法に誤りを生じ、又は高級概念の構成への方法を誤つた様な場合には教師はそれを直接に指導し、間接に暗示してやる事が出来る。

3 教師は子供の心的活動の調制促進、補填的指導は出來るけれ共、その作用に關與することは出來ない。従つて高級概念の機械的おしうりは教育上何等の意味も價値もないといふことになる。

4 結局教育場としての實驗室は、工場としての助手や人夫や機械の使用とは全く本旨の異なるものと思はねばならない。即ち兒童が主體であつて教師はむしろ客體でなくてはならない。

これで私の教師論は終つた様であるが、教師論の雜件として一二の問題を附加して見たい。それは教師が材料に精進すれば教法は自ら生まるといふ考に就てである。これは實にきはどい考へ方であると思ふ。これを徹底せしめると、大自然科學者が一番よい理科の先生であるといふことになる。然かしその實さうはいかない。何故かならば、他に教へるといふ仕事の内容は、教へる事柄だけが全部ではないからである。事柄の外に相手の子供に就て考へねばならないし、相手によつて事柄を考へねばならないし、指導方法に就ても考

へねばならないからである。前にも述べた様に教師の任務は學習者と學習材料の間に立つものであるから、その兩者の關係に就て充分なる理解がなければならぬといふ結論になるのである。

第二には教師としては絶えず兒童の活動に細心の注意を拂はねば適切なる指導が出来ないといふことである。教師の經驗から、一般的の指導事項といふ様なものが、材料に即して豫定も出来るけれど、それよりも大切なることは場合に應じて適切な指導を加へるといふことであるから、この考へを徹底しやうとすれば、絶えず子供の作業を見て居なければならぬ。そして、今どの子供は何を考へて何をして居るかのことが判つて居なければならぬ。

第二編 理科實驗の方法

第一章 一般的方法

第一節 理科實驗設備

理科實驗法に就て研究する場合、設備に就て論及せねばならないことは當然であるが、設備に關しては問題が廣汎に亘り、而も理論を述べた所で何等の價値のないものである。これは實際問題であるだけに、一つの事でも宜しいから具體的でなければならぬ。さうなると少々目的を異にする本著に於てはこの問題は取扱へないことになるのである。残念ながら設備に對する参考書と、二三設備上留意すべき事項を擧げてこの章を終ることにした。

堂東 傳著 小學校に於ける理科設備の實際

目黒書店發行 定價一圓五十錢

桑原理助氏著 理科教育の設備と活用

東洋圖書株式合資會社 定價二圓八十錢

大浦茂樹氏著 小學校に於ける理科藥品精説

目黒書店發行 定價二圓

關原吉雄氏著 理科環境の新經營法

南光社發行 定價三圓五十錢

大浦茂樹氏著 理科學習指導實録(第五章)

東洋圖書株式合資會社 定價三圓五十錢

橋本爲次氏著 理科教育の組織的研究(二十一、二、三章)

目黒書店發行 定價四圓五十錢

以上は全卷として又は一部として設備の實際に就て記載されて居るので、これ以外に本著として書かねばならない様な事項はない。

私自身として理科設備に就て最近の考へを述べるならば、小學校の理科設備は今少し實質的内容的に考へたい。これまでは餘り形式的に流れ過ぎて居たかの感がある。これを今少し具體的に言へば

- 1 理科特別教室の如きも有れば有るにこしたことはないが、無理な算段をしなく共よい。現下の事情に就て出來得る限りを盡して普通教室を代用する研究をした方が、裝飾的理科教室で安閑たる授業をするよりも遙に効果が多いと信ずる。
- 2 幸にして理科教室の新設を許すならば、形式を第二とし先づ兒童の學習に最も便利である様内容的に十分の研究をして設計す可きである。
- 3 教具の購入に關しては統一を保つことが必要である。決して思ひ付き次第をなす可きではない。決して商人の講釋や外形にとらはれてはならない。
- 4 普通品で間に合ふものを殊更特別器具機械を設備しなく共よい。特別器具機械は理科をして日常生活から遠ざけやうとするものである。
- 5 設備はこれを爲すことと共にその運用に就て考慮すべきである。實の持腐れは理科設備に一番多い。などは大切な問題である。

第二節 實驗設備の運用

前節の終りに於て「實の持腐れ」といふことを言つたが、理科にはこれが可なりに多いの

であるから、運用の研究を怠らない様にせねばならない。

従來の様に理科の授業が一二の理科教師の手によつて専門的に行はれて居た様な習慣のあつた時分や、教師中心主義の所謂教へ込むといふ教法の濃厚であつた時分には、設備の活用といふ様なことの研究は餘りに必要でなかつたかも知れないけれども、近來は一般に専科法から學級受持の傾向に嚮つて來てゐる様であり、殊に合理的學習法の唱導などにつれて、理科専攻以外の教師が理科設備を活用せねばならない様になつて來ては、設備の運用法は何か客觀的標準によつて考察されねばならないことになるのである。この點理科教師は考へる可きである。兒童の自由研究の尊重等の方面から考へても同様の必要を認める。

第三節 實驗法指導上の諸問題

一 實驗教授から見たる教材

私は今回この著を志して、その必要から、教科書教師用書中の理科實驗教材だけを特に通覽するの機會を得た。その感想を茲に述べることにする。

第一に氣附くことは原理實驗が多いことである。而も原理實驗に出發して居るといふことである。本來實驗といふ仕事は、原理究明の手段として用ひられるものであるから、斯

様になることは當然であるかも知れない。例へばポンプの實驗に於ては、大氣の壓力の原理、水は壓縮困難であるといふ原理、液體に加ふる壓力はこれを各方に傳ふるといふ原理からポンプなるものに移るのが本體であるかも知れない。けれ共これは出來上つたものを整理した結果の展望である。子供の求智的欲求の過程を展望したものではないかも知れない。恐らくないであらうと思ふ。して見ればこの計劃立案は不自然であるといふことになるのである。教科書は教法や取扱ひを示したものではない。その方面のこと等は實際教授者の力量にまつと言へばそれまでであるけれ共、私に言はしむればそれは餘りに不親切極まる。直接取扱ひ方まで積極的に指導せず共、教科書の精神だけは明かにして教授者の研究の餘地ある點とその方面を指示委任す可きであると思ふ。吾々は無いものにはとらはれないけれ共、あるものにはとらはれ易い弱點を有する。教科書には國家的の強い背景を有する。それだけ人心をとらへ易い、この影響を思つた時に、餘り千遍一律無味乾燥ではないかといふ感じがする。この點取扱ひ者として考慮す可きである。

然らば如何なる考慮がなされなくてはならないか。原理に出發する所に短所ありとせば應用に出發して原理に及べばよいではないかといふことになる。然りその通りである。吾々は原理そのものに價値を認めない、實現象の認識そのものにも價値を期待しない。そ

れ等が結合して實現象を原理に還元分析し、原理を以て實現象を整理統一する所に學問的價値を見出すのである。この兩者は何れが先で何れが後であるとも定め難い。又強ひて定める必要もない。事柄によつて大略は定まる。例へば水素ガスに就ては、風船や石鹼球を擧げんがために水素瓦斯が研究されたものではないであらう。こんなものは原理實驗が先行する。然し挺子の教材になると挺子の法則が発見されて挺子を使用し出したものではあるまい。幾多の經驗的事實の歸納として挺子の釣合法則が生れたものに違ひない。して見れば挺子の教材は挺子を用ふることに出發せねばならないであらう。

重ねて言ふ。教科書は原理から實現象へと發展して居るが、これは正道と言へば正道かも知れないけれ共、子供に接する場合果して心理的であり自然的であるか考へ物である。

第二には教科書の實驗法は確實なる點に於ては敬服するけれ共、子供に親しまれない點に於ては敬服しない。努力的に學習せしめねばならないことも理想としては承認出来る。けれ共方便として考へ過程を考へた場合には承認し悪い。子供に興味ないことを強ひることは子供の頭を機械化することであり麻痺せしむることである。吾々は子供の教育に於て彼等の頭の動きのよいことを第一の資本とする。然るに麻痺しては何とも仕様がなない。今少し確實にしての外に有効にしてといふことが必要である。教師が有効にすべき

責任者であるとすればそれは子供の心理や生活に實驗を即せしめることである。

第三には實驗教授をなすとしては教科書の教材が多過ぎるといふことである。教材が多過ぎるといふてよいのか或は教授時数が不足であると言ふてよいのか判らないが兎も角も時間と仕事の分量が釣合つて居ないといふのである。知識は質と量との二方面から考へられねばなるまい。就中量の優れて居ることを第一條件とする。現在の様なあはただしい教材取扱ひを餘儀なくされては良質の學習を望むことは出来ないと思ふ。

二 理科實驗の生活化

子供に理化實驗を自ら行はせる様になると、學校の理化の時間に實驗するだけでは満足せず、家庭でも實驗をしたがる様になる。この現象は理化教授の結果として考へた場合に結構なことであると思ふ。けれ共子供のこの欲求は多くの場合満されることが多いのである。第一に器具と材料の供給といふ點に就てである。これは理化教育に於ける一の悲劇であると思ふ。心ある理化教師は何かして、兒童のこの欲求に應じてやりたいとの考へから、理化教室の開放、兒童自由研究室の經營、課外に於ける實驗觀察指導、學校の實驗觀察器具の貸與等を計劃する。これも實に結構なことである。しかし今一面には根本的に考へて見なければならぬことがあるのではあるまいか。

それは小學校理科實驗教材の整理であり、實驗法の工夫であると思ふ。現在の理化實驗法は幾多の研究を経て、理化實驗法は理化實驗法として分化的に發達して來て居る。故に特殊の器具と特殊の材料を用ひて行はれる様になつて來て居る。けれ共子供の程度や、理科實驗室外の一般事情に就て考へて見ると實に不満足のもので、志あつても方法の立たないことは勿論である。文化は人類を不自由にするとはこの意味を最も適切にあらはして居るものではなからうか。子供の悲觀も此の點に存するのではなからうか。

吾々の理科教室に於て行ふ實驗は、専門的な研究所に於て行はれる實驗とは意味の違ふものである。研究所は完成した人が従事して居るのである。仕事の性質上他の一般社會を考慮する必要がないのである。結果の完全はあくまで要求するけれ共過程に就ては考へる必要はないのである。つまり仕事以外に他の附帶的な要求に就て考慮する必要がないのである。けれ共小學校の理科の實驗は斯様なものではない。相手は幼稚な原始的な子供である。作業能力の極めて低い者である。而してあらゆる機會を得て伸びんとする弾力性ある原動體である。生活體である。子供は急性であり、變化性に富んで居る心の持主である。故に思ひ立てばどこ迄も通さうとする一極性を有する代り、熱が冷えればさらりと忘れて仕舞ふといふ様な傾向を持つて居る。この點が大人の努力主義とは性質の違

ふ所である。

斯様に考へて來た時に子供の理化實驗教材や方法は餘り特殊のものであつてはならないといふこと、言ひかへれば普通の理科的現象でよいといふこと、方法は簡易で専門的であつてはならないといふこと、殊に使用する用具材料は家庭生活中に何時でも得られるものであつた方が最も有効であるといふことになるのである。

然かし不幸にして吾々にはこの考へを實行するに幾多の弱點を持つて居る。吾々は吾々の修養時代に斯様な方針に於て、方法に於て教育されて來なかつた。常に理科室にのみ存在する器具により装置によつて、初めて經驗する様のことを行はせられて來た。故に實驗といふことに對する理解が餘程特殊化されて來て居る。故に子供の要求などに就て考へてやるためには餘り官僚的になり過ぎて居り、無理に考へやうとするには多大の骨折りが必要なのである。今一つは自己の便利を捨てて、他を顧慮するには餘程までの犠牲的精神とそれに伴ふ努力が必要である。この努力をおしまない様な教師になれなくてはならない。作るよりも買ふ方が便であり、自ら蒐集するよりも電話で運ばせる方が便利である。一面この弱點に乗ずる商人は商略から學校の理科實驗材料や器具を考へる。これは當然のことと責む可きではない。便利で體裁よくてなる可く利益多い様に他の器具屋や商人

のものとは特殊な點を持つて居る様に作る言ひ代へれば代用をゆるさないやうに作る。子供は是に依て實驗を課せられるとすると、彼等の悲觀は益々増しても少くはなるまい。子供の發展を慮り、彼等の生活に充分の理解を持ち、眞に同情のある教師であるならば、先づ自分の堅い甲羅を脱ぎ、子供の世界にまで下りて、子供に適する材料で、何時何處に於ても直ちに行はれる様な方法を指導してやるであらう。

最後に附記したいことがある。それは、この主張は「文明を原始に逆戻しするものである」と考へるかも知れない。現在最も有効有利な材料方法と装置を用ひてして、更にその上に文化を築くのが教育であるといふかも知れない。けれ共私の言ふこの意味はこの主張とは立場の違ふものでこの主張を否定するものではない。

三 同一實驗の反覆

或る理科教育座談會の席で、「小學校の教科中で、反覆練習の材料の一番少い教科は理科である」と述べた人がある。このことは私も平生から遺憾として居たことで、理科教育の効果の不徹底も此の邊にもあると信ずる。研究興味といふ一面からのみ考へて見ても、材料が變ることに依つて興味を感ずることもあれば反覆練習して上達を自覺することによつて興味を感ずる場合も幾らもあると思ふ。尋常一年生も舟を作れば三年生も五年生も

舟を作るけれ共、その都度興味は新たに而も段々深まつて行くことを認める。圖畫に於ても唱歌に於ても同様である。

吾々の理科教育もこの點を大いに考慮す可きではなからうか。この點から考へると他の教科の教材よりも、よい便宜を得て居る様に思ふ。算術に於ける基數と基數の加法の學習の如きはどの學年に於ても興味ある學習教材とは考へられない。唱歌に於けるハトボツボも同様である。然るに理科に於ける櫻の研究、動物教材の蝶の研究、物理の電磁石の研究の如きは尋常一年生の研究對照としても充分であるが、更に理學博士の研究材料としても研究の餘地は充分に残されて居るであらうと思ふ。研究者の程度に應じて收められる効果に相違があるだけである。

理科教育者の間に往々尋常三年以下、理科教育が問題となる。尋常四年以上の學年の理科教育に於ても教材の整理といふ様な問題が論ぜられて居る。これ等の問題と關聯せしめて、同一教材を學年を異にして取扱ふ様に計劃することは理科としては極めて大切なことではなからうか。

四 實驗教授の時間割

時間割の問題は實際問題として中々うるさいものである。時間割編成上問題となる様

な事項のことに就て愚見を述べて見る。

1 合科的に時間割を組むか、獨立して組むか

これは相當大きい問題である。近來の教育思潮の傾向からすると教科の獨立といふ様なことは流行らないから、合科的にといふ様に出たいけれ共、實際問題として考へた場合には中々さうは行き悪い。殊に實驗作業をするといふことになる、理科といふ態度のみで一時間や二時間單位の仕事させねばならないことは高學年には幾らもある。斯様な場合には合科にしても實は合科でない様な結果となる。

私は思ふ。理科の教育は統合的合科的でなければならぬ。けれ共教授時間の特設如何にまで及ぼさなく共よい。理科の時間として毎週二時間の特設しておいてこの二時間の内容を理科を中心とする統合的教育に充てればそれでよいのである。

けれ共それは尋四以上の理科に就てであつて、尋三以下の直觀科といふ様な名稱のもとに行はれる理科は時間の特設を必要としない。風の製作と風あげによつて風の研究をなさしめる様な場合は手工の時間に、電車の圖畫に附帶する玩具電車の運轉は圖畫の時間に行へばよい。

2 二時間を目的により分割するか

毎週二時間を講義の時間、整理考察の時間といふ様に、他の一時間を純實驗の時間といふ様に目的によつて分割するかしないかの問題であるが、これは小學校では特別の事情のない限り分割しない方が宜しいと思ふ。前述した様に實驗と考察は密接しなければならぬものであり、殊に幼少な子供の實驗研究に於てはその必要を痛感するのである。特別事情とは實驗室使用の時間割當が出来ないとか、學級數の關係上用具の使用が同時にないかの場合をいふのである。

3 二時間連続とするか、一時間宛とするか。

これも一得一失である。實際經驗からすれば一時間宛とした方が宜しい。然して特別の場合臨時繰替へて二時間連続とする。何故かならば二時間連続とすると

イ 臨時休業があると二時間の損となる。

ロ 小學校の理科教材は一時間單位のものが多い。

ハ 兒童の疲勞に就ても考慮せねばならない。

といふ様なことが問題となるからである。

4 一日の時限の何れがよいか。

結局實際としては、一時間は比較的時限の始めの方に、他の一時間は時限の終りになる様

にするとよい。時限の終りに當る様にする理由は實驗作業が少し位延びても他の教科に影響しないからである。

5 他の教科との關係

これは考へた方がよい。理科の前の科目が延びる様なものや、後始末に時間のとれる様なのをあてて置くと實に仕事が悪い。例へば前の時間に體操着替へ(手工(後片付け)などがあると、理科の準備がおくれ仕事の始まりが揃はないで實に困る。それと同様に後に來る授業が準備を必要とするものであるとその教科に理科が影響するから、あと先の兩方を顧慮せねばならない。

五 實驗材料の蒐集

實驗に使用する材料例へば化學實驗に於ては藥品を初めその他の消耗材料は教師から供給するのが本體の様になつて居る。實際問題として考へた場合には教師から分配供給する場合が多いけれども、供給する教師としてはこれは變則であつて本則ではないといふ考を持つて居なければならぬ。子供にもその觀念が必要であると思ふ。何故かならば、實驗作業そのものが自主的に行はなければならぬ仕事だからである。故に教師は材料を用意するに先立つて兒童自らにせしめて有効なものはないかを考へねばならない。若

し有つたら豫告して蒐集せしめ、蒐集に到るまでの學習をもなす可きことを知らしめる。

斯様に兒童に蒐集せしめるといふことには教育的に色々の意義がある。

第一に研究に當つて自主的觀念を強からしめ得る。

第二に材料に對する理解を伴ひ取扱ひが自在である。

第三に學習動機の惹起に有力である。

第四に研究結果が實際化される。

第五に教師の勞を省き學校費用の經濟となる。

第六には研究が劃一的とならず個性化される。

等はその主なるものである。

題目 有機酸の定量

連絡 尋六 醋酸

目的 食酢並に果實中に含まるゝ有機酸の定量を行はしむ。

用具

市販食酢を持參せしむ、酸味ある果實を持參せしむ。

四%の醋酸及び十倍に稀めたる理研酢
フェノルフタリン試薬 試験管及同臺
苛性曹達規定溶液

方法

問題

- 一 各自用意せる材料を試験管に約五cc宛取り、嘗めることにより酸味の強さを定め順位を附すべし。
- 二 これ材の材料にフェノルフタリンを一二滴入れて反應を検し、中和實驗の準備をなすべし。

- 三 各材料に規定苛性曹達溶液を徐々に注加して中和せしめ、これに要したる苛性曹達液の分量を測定すべし。

- 四 嘗めて定めたる順位と苛性曹達液を要したる順位と比較對照すべし。

結果

何れが酸として強きか、

實驗用具の蒐集

實驗用具も實驗材料と同様に兒童自らに蒐集せしめることを本體とする。教師がするのは變則である。その教育的効果は材料の場合と同様である。教材中兒童に用具の蒐集を命じ易いものと然らざるものがある。この點は教師の常識によつて適當に處置す可きであつて、茲で指定することは出来ない。

題目 音の研究

連絡 尋六 音

目的

兒童の玩具として日常親しみつゝある音に関する物につき、これを奏することにより音の高低強弱音色等につき研究せしむ。

用具

兒童各自に音に関する玩具を持參せしめる。

例、笛、太鼓、バイオリン、ハーモニカ、大正琴、風琴、マンドリン、卓上ピアノ、木琴
其他簡單なる幼兒の玩具にてもよし。

方法

- 一 各自得意とするものを奏せしむ。
樂器を異にすれば音色の異なることを知らしむ。
- 二 同一曲同一音を奏するにも奏法により強弱あることを演奏によつて知らしむ。
- 三 樂器はその構造により、又はその構造を變化せしむることによつて異なる音を得る
これ高低の差あるによる。

結果

音樂は音の高低強弱音色の組合せによつて生ずるものである。愉快なる音を感じよく組立てたるものを名曲とする。

六 實驗器具材料の分配

實驗用の器具や材料は他から與へらる可き性質のものではないといふことを原則とせねばならない。問題解決の方法として實驗を計劃し、その計劃に合はせて器具裝置材料を選ぶのであるから、自らす可きものである。然かし實際問題としては設備の都合上其他の事情から教師や當番が集配し、又は各自に取りに出さす様な場合が多いのである。斯かる場合に相當の理解がないといふと、恰も群犬に一片の肉を投げ與へたと同様の狀を呈するに到るのである。これは仕事の上から考へても訓練の上から考へても面白からぬことである。

ある。これ等を割合整然たらしむるには次の様な注意と躰が必要である。

第一には不公平がないといふ觀念を與へることである。それには教師の完全なる準備を要する。材料の量も質も公平であり、數も不足する様のことなく、一組分位は残る様に置いて置けば何時取りに行つてもあるから先を争ふ様のことは決してない。

第二は順序正しく取ることである。不公平はなく共仕事を急ぎたがる傾向があるから矢張り先争ひをする。斯かる場合先着から順に整列して分配を受ける様にせねばならない。それでも順争ひをしたがる様のこともある。斯かる場合は皆同一準備品の所に集まらず、材料器具の取り方の順を定めて混雜しない様なものより準備する様に躰ければよい。つまり他の人とは準備の順を違へてする様に教へるのである。

第三には必要以上の分量をとらないことである。子供は悪い心ではなく共分量を多くとりたがる傾向がある。前に豫想した分量だけ取る様に訓練するがよい。もし當然不足した場合には教師は快く再分配してやる様にするとこの缺點が大分省かれる。

第四には餘り材料は元へ戻さないことである。若し餘り材料が不純になつて居る様なのを戻すと元の材料全部が不純になつて困る。これは面倒でも別器に保存す可きである。要は成可餘らない程度に取ることが肝要である。



第五は材料を持ち去る場合あと始末をよくして行くことである。容器の蓋の取り離し垂り滴の落ちたまゝ去る如きことの無い様に訓練する。

第六には器具の場合には、どの位置にどう保存してあつたかを見て取出し、後に元あつた様に戻し得る様の用意がなければならぬ。後始末の時に片付け所やその方法が判らないで放り出して行く様のがあつてはならない。

七 兒童に任意使用を許す器具材料と指定する器具材料

實驗に使用する材料や用具を、任意に使用せしめるものと、許可を得なければ使用せしめないものと明かに區別して申合せをして置く必要がある。何でも勝手に使はせると實驗室が亂れて仕様がなかりし、不經濟になるし、時に危険の伴ふ場合もある。さりとして何でも先生の許可を受けなければならぬとすると許可を與へるのにうるさくてやり切れない。私は教師の許可を受けるのを本體として、試験管、マツチ、試験紙、アルコール、ビーカー、ルーペ、ピンセット、等の補充取替取出使用等は任意を許して居る。

八 實驗材料の節約

理化實驗室の經營には幾多の難點はあるけれ共、その内の主なるものは經常費に就てで

あらう。理科實驗室を新設することや器械器具を購入することは數年に一度のことであり、あとはその整理保管だけの問題であるけれ共、消耗的材料に於ては年々のことであり、その用法によつては非常なる不經濟となるのである。教育の事業を理想的に考へる場合、多少の物質的犠牲はあへてしなければならぬけれ共、費用の濫費は大いに慎まねばならぬ。濫費はただに金錢上の問題だけではない。吾々はそれよりも兒童の精神上に及ぼす影響を恐れるのである。

然らばどれまでを教育の代償として費す可きか、どの程度を超えれば濫費であるか、これは客觀的には定め難い問題である。抽象的に言へば

「必要にして且つ充分」

であればよいのである。この必要にして且つ充分といふ觀念は教師だけではなく、實驗者としての兒童に充分理解せしめねばならないのである。

「必要にして」といふその必要分量を定めることは中々容易のことではない。吾々の旅行をする場合、旅費が何程必要であるかは、旅行の目的、日數、乗車賃、宿泊料、雜費等に就て詳細なる豫想を立てて見なければ判らないことである。それと同様に、或る一の理科實驗に於ても、どれだけ分量の材料を必要とするかは、實驗要項と實驗方法を參考して豫定して見

て始めて判ることである。實驗材料をとるに豫定なしにするといふことは最も慎む可きである。

子供に化學實驗を課する場合、共同使用分として教師が稀酸やその他藥品材料を準備することがある。教師は必要にして且つ充分と思つて準備しても、實際子供に使用せしめて見ると甚だしい不足を來して更に追加準備をせねばならない様子は幾らもある。これは兒童が必要分量以上に消費するからである。つまり兒童に材料の見積り訓練使用法の訓練が足りないからである。

然らばこの訓練はどうしてするか、これは不斷の指導にまつより外はないと思ふ。藥品を分配する様な場合に、五〇瓦持つて行けといふ様な機械的なことを命じないで、何の實驗に何瓦、何の實驗に何瓦、合計何瓦といふ様にして渡すことが必要であり、その他價格などの大體を知らしめるのも、貴重高價材料を使用せしめるには必要な教育である。物の價を知らないと遂無駄になり勝となる。

鹽酸實驗に於ける材料見積り

一 味及び反應實驗用 一 cc

(水を加へ全量一〇ccとして用ふ)

二 亞鉛との化合	三 cc
三 鐵との化合	三 cc
四 石灰との化合	三 cc
計	一〇 cc

(全量一〇ccを實驗當初に與へ、性状の觀察に使用してから實驗に用ひしむ)

九 實驗指導法の機會

方法の指導は一般に最も不安を感じた時に、兒童が指導を一番希望して居る時に加へられるのが一番有效である。さうすると實驗作業中にするのが、一番よいと言ふことになるが、作業中にするのは、作業の進行状態も一定でないし、必要のあるもの無いものなど色々であつて、個人指導的色彩を濃厚に帯びて來るから重複其他の不便も亦可なり多い。故に教師が豫想出來ることであつたならば、而も子供の大部分が必要であらうと考へられる様な大切な注意であるならば、作業に取掛る前に全體に與へて置くが宜しからう。殊に新規な様式の作業を課せんとする場合には尙更である。

それでも偶發的に大切な注意を實驗最中に一般に與へねばならない場合も生じて來るが、なるべく斯様のことは無い様にしたいものである。何故かならば作業を中止させられ

るといふことは作業をするといふその事から考へて見ると厄介なことであるからである。實驗法を指導する有力な機會として考へねばならない今一つは、實驗を行つてその結果に就ての整理も終つて仕舞つた後に、別に實驗法、仕事に從來して居る間の態度など對にする教師の感想や批評を子供に知らせてやることである。而も前回よりも如何なる點が進歩したか、如何なる點がまだ遺憾であるかといふ點を指摘して批評してやることである。これは随分効果の多いものである。

一〇 實驗指導と板書

明治時代の教法の研究には板書といふ事が随分問題にされて居て、何でも板書の研究と言ふ様な参考書もあつた様に記憶して居る。けれ共近來何だかこの方面の研究考慮が輕視されて居るのではなからうかと思ふ。これは私一個の明治時代の古い考へ方であるかも知れないけれ共、學習指導と板書の問題はさう輕視すべきものではないと思ふ。相當此處にも問題があり、研究の餘地があるのでなからうかと思ふ。それでは板書に就てどんなことを考慮したらよいか。

第一に板書は口頭で言つたこととは違つて消えて仕舞はないで永く残つて居るといふ所に特徴がある。子供は仕事をして居る間に忘れてはならない大切な目的觀念を忘れることがある。仕事はして居るけれ共、何のためにして居るのか、どんな結果にまで仕事を進めればよいのであるか忘れることがある。斯様な事項は口で述べたりするよりも、口で述べると同時に、板書して置くといつものはつきりして居る。

第二には仕事を一つ課すには別に問題はないことであるけれ共、いくつかの事を課すると、せねばならない仕事のいくつかを忘れたり、又は順序次第があるのにその順序をあやまつたりして、作業能率を低下せしめる様なことが幾らもあることである。こんな場合にせねばならない實驗事項がちゃんと黑板に書かれてあり、又それに仕事の順序などが番號でも明かに示されてあると、手筈がよくて仕事が實によくはかどるのである。

第三には目的や要項や順序に就てではなくて、教師から示されたり、皆で協同して研究したりした實驗の方法などが、極めて判り易く黑板に示されてあると、方法の指示事項、研究事項が有効に活用出來て宜しいのである。これをするには圖解を以てするのが宜しい。圖は具體的である點に於て、簡明である點に於て文字に勝る、假に苛性曹達の溶液を試験管に約三分の一量を取り、これに約十種位の白色の毛糸を入れて約五分間徐熱し、毛糸が如何になるかを觀察せよといふ場合、口で述べるよりも又文でかくよりも何よりも黑板に圖解しておくが一番よく判る。而もこの圖解に於て教師と児童との間に、或る一定の約束でも出

来て居やうならば更に便である。即ち溶液面をあらはす線は分量をも示すものであり、アルコールランプの口金と焰の形をかければ加熱を意味する、而も焰をあらはす線の少きは徐熱を意味するとか、加熱圖にはいつでも試験管狭みを用意す可きものであるとかいふ風になつて居れば、方法の指示注意事項の與へ方等、一見無説明で済む場合も幾らでもあるのである。

一體に實驗書中には装置圖や説明圖が多いものである。これは叙上の様な目的に於てなされたものであり、中には圖でなければどうしても説明し盡されない點も時にはあるからである。

さて板書は横にすべきであるか縦にすべきであるか。これには「可否」といふ程の理由もないが、理論から言へば横にするのが宜しく、實際から言へば縦にする方が小學校向きであるかも知れない。何故ならば、理科の記事中には公式、數字、外國語等が入る場合が多いからである。けれ共小學校では實際この方面の考慮は少くて済む。却つて横書きすることによつて黑板の長さ高さの關係上記事を左右二段に割らねばならないことが出來たり、挿畫を書いたりせねばならないから、長いものは長く用ひる方がよいであらう。

次は板書の文字に就てであるが、これは國語などとは違つて、事實以外に別に目的がない

のであるから判りさへすればよい。むづかしい漢字などを考へて居ないで、又は知つても手問取る様な文字をさけて、假名で認めればよいと思ふ。理科には片假名で書かれた本も多いが、私の個性も加はつて居るかも知れないが、平假名を用ふるのを本體とし、洋名の如きものだけ片假名を用ふる事にしたい。参考書によつては、反對に本文を片假名洋名を平假名とせるものもある。

一一 結果を通じての指導

事が終つて仕舞つた結果に就て彼是言ふことは最も樂であつて、それは弱い者の往々すること、ひきやうだと言ふ人がある。これも尤である。然かしそれは單に結果だけに就て、自分とすればといふ責任感念や見識なしにするからである。假に結果に於て批評しても、如何なる経路をとつたから斯様になつたのである。斯様の結果をとつたから斯様になつたのである。斯様の結果を來すに到つた原因は経過の此所に存する。斯様にすれば此の様な結果を來さない。自分にやらせれば斯くする、といふ様な態度で有見識的同情的に他の人の結果を見、批評を加へるならば、等しく結果の批評と言つても、決してひきやうではない。本來から言へば、結果に於て批評するのが最も的確なるものであり、決定的のものである。

斯様な意味合ひに於て、子供のなした實驗作業の結果を批評したい。教師だけでなく子供をも参加せしめて批評指導したい。積極的態度にこの批評を進めたい。而して批評を受ける者をして感謝の念を起させたい。

實例を擧げて今少し説明すれば、削り氷と食鹽とにて寒劑を作り、氷を作る實驗を行はせ、或る組が失敗して凍らなかつたとする。この場合駄目だと言ひ放つは不親切でありひきやうである。その経過をよく聴取し、不備の點を共に考へてやり、指摘批評してやらねばならない。この實驗の多くは水の不純容器の不潔等に原因するものであるから、その點に就て指導す可きである。今年の六年の子供の可性曹達の實驗に於て、油は苛性曹達には溶けないと報告したものが二組あつた。結果に於て調べて見ると、さう報告するのも無理はない。試験管に入れられた液の上部は油そのまゝであり、下部の苛性曹達液は元のまゝであり、僅かに境目の部分だけが乳白狀に變化して居るだけである。この子供等は混合する際に振盪手續を忘れて居るのである。この場合に出來た子供の操作経過を述べさせて参考に供せしめ、更に熱することによりて一層よく作用することを教へるならば、立派な批評指導となるのである。

一二 兒童相互の批評

教育全般に互つてもさうであると思ふが、殊に理科教育に於ては、研究作業に對して、他人の仕事に輕々しく口出しをするといふことは實によくないことである。殊に自分のことは棚に上げて、人の仕事を問題にして出しやばる等は固く慎まねばならない。

けれ共、それとは別個の問題として、自分の仕事に就ては勿論、他人の仕事に就ても、その仕事の計劃やなし振りや結果に於て、一通りの理解や見識や批評眼を持つといふことは決して悪いことではない。それ位の餘裕がなくては發展しない。今私が主張せんとする兒童相互の批評の根底は、子供の野生的性質に起因する出鱈目感想の發表ではなく、相當見識を持つて他人の仕事を觀察して得たる感想を、その要求に應じて参考にのみ供する。決して強ひはしないといふ程度に提供せしめたいといふにある。この要求は子供相互から起る場合があれば勿論結構であるが教師が仲介者となつて提供交換せしめることも決して不自然な方法ではないと信するのである。此の程度のことを私は相互學習と稱したい。彼の喧嘩學習を相互學習と見る如きには大反對である。呉れくも私の主張する相互批評の實驗指導なるものは、おせつかい學習や、討論學習を意味するものでないことを斷つておく。

一三 參觀による方法

子供は自我に強いけれ共、自我を捨てて他に倣ふ性質も亦極めて強い。自己を固持するといふことと、自己を捨てて他に同ずるといふことは、全く正反對のことで、この正反對の傾向を同一の人間が有するといふことは一見矛盾した事でもあり、不思議な事でもあるけれ共、この不思議をあへてするのが子供の本性であると私は観るのである。子供は實に軟かく出来て居る。此所に子供の發展性があるのである。子供が老人の様に硬かつたとしたならば實に指導に苦しむ。此の點をつかまへて實驗指導を行はねばならない。

同一學年の兒童のみを一緒にして教育をしても、その間には多少の能力別はある。文科に長じて居るもの、理科に長じて居るもの、技能科に長じて居るものなど色々ある。斯くして理科に長じて居るものは理科の時間には盛んに活躍する。この活躍は單にその子供一個の活躍には止まらないで、他の子供に影響することは言ふまでもない。理科に不得手である子供は相手の活躍を觀て暗示され啓發されることは言ふまでもない。學級本位の教育の長所はこの點の利用にある。

以上は同學年に於てであるが、學年が違ふとそれが更に顯著に行はれる。私が嘗て受持つた複式學級の教授に於て明かに經驗することが出来た。

私の學校には府下に可なり廣い田園教場、農園を持つて居る。隔週それへ出掛けて農作

の實習をする。その實習指導を考へて見ると色々することに氣付くが、その主なるものは上級生の作業に影響されて居ることである。種苗の選び方、耕地の區劃法、植え方、手入法、初夏で言へばトマトやきうりの倚り木の立て方に到るまで、上級生のそれを觀て倣つて居る。更に上級生は如何して居るかを見ると、附近の農夫の仕事に倣つて居る。農夫は何れ試験場等に倣ふのであらう。

斯様に程度の異なるものが、經驗し得る範圍内に活動して居るといふことが、下級程度のものに如何に強い影響を與へるものであるか、想像に難くない。斯様な場合には餘り仲介者を必要としない。仲介者が過分の助力をしようとすると却つて子供を機械化し自發性を殺ぐものである。必要缺く可からざるものを暗示すれば足りる。むしろその機會を作つてやること、觸れねばならない様な境地に置いてやることだけで澤山である。

一四 研究發表會

兒童の理科研究心を高める方法として、教科としての理科教材、又は課外の理科教材を自由研究し、その結果を發表せしむる様な會合を催して居る人もある。此れは間接的な方法ではあるけれ共、子供の研究心を高めるもので、有效なる計劃と言はねばならない。この發表は單に口述で發表せしむるのみではなく、製作物で發表せしめることも有効である。

第四節 一般實驗方法の指導

一 一般實驗法と特殊實驗法

概して實驗法と言つて仕舞へばそれまでであるけれ共、その内容に就て調べて見ると、一の實驗操作が色々の目的に使用されるものと、或る特定な場合にのみしか用ひられないものがある。蒸溜、加熱、稀釋、中和、上方置換等は一般的の實驗操作で、ゴム狀硫黄を作るとか、働反働の實驗の如きは特殊實驗である。

本節に於ては成る可く一般的な實驗上の作業に就て述べて見たいと思ふのである。この一般實驗法は一般的であるだけに、どの實驗書にも取扱はれて居る。それ等の實驗書によつて訓練された著者の私であるから、自然他の實驗書にあると同様の方法もあることと思ふ。けれ共そこには又著者の個性も現はれて居ると思ふから、平凡な様でも通讀を願ひたいのである。

1 長さの測定

長さの測定には尺度を使用する。尺度には直尺、卷尺、玉尺等色々あるが目的に應じて選擇す可きである。

木製竹製の直尺使用にあつては

イ 基点を正しく尺度の一端に合せしめること

ロ 目盛りは正しく目盛の直上より讀むこと

ハ 幅厚き尺度にあつては尺度を起して目盛を測定せんとする物に接せしめてすること。

2 長さの決定は二回位目盛を讀みてすること。

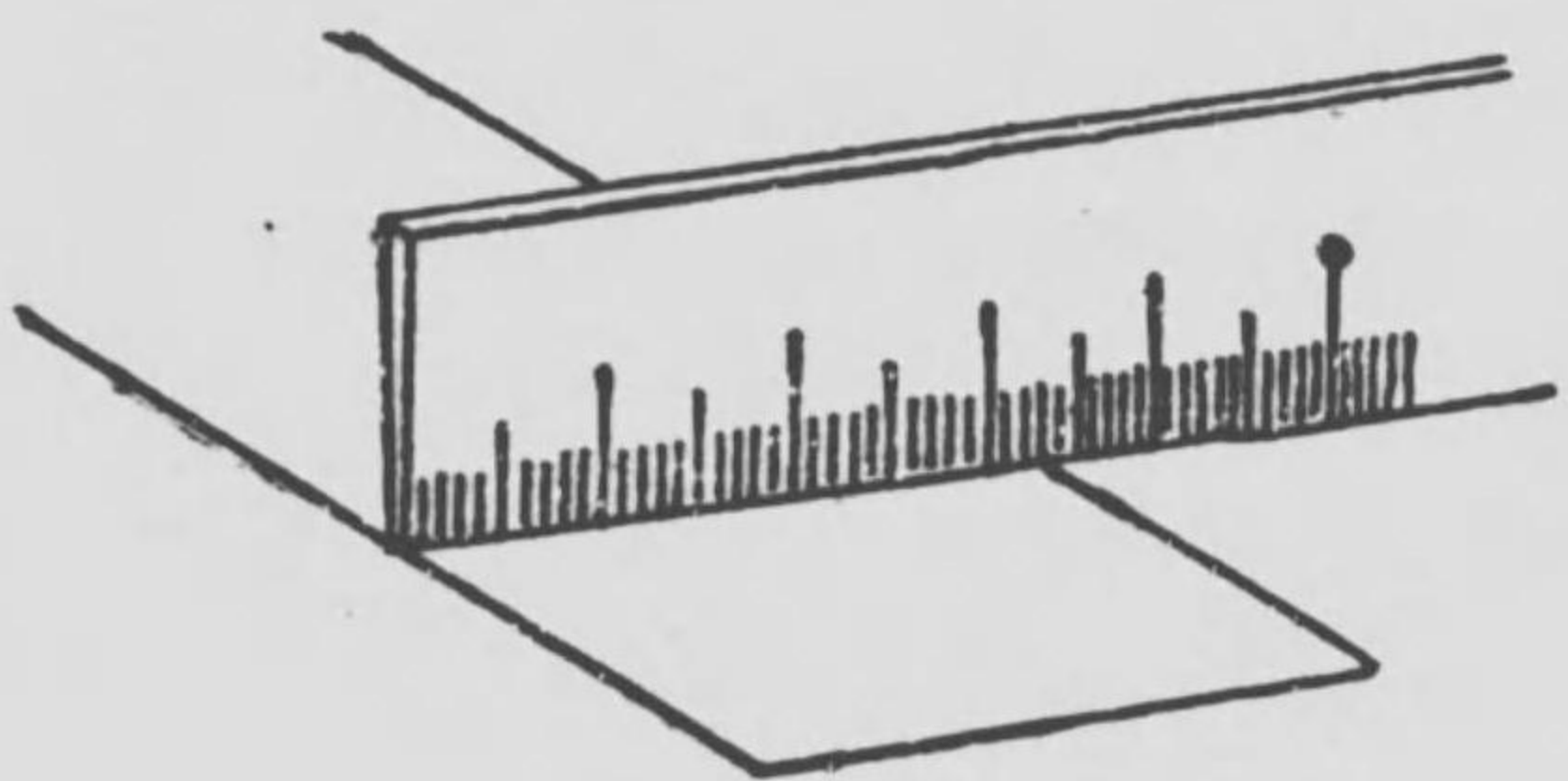
輕卒にして誤り讀むことなき様にすること。

卷尺の使用にあつては

イ 尺度が測定物に沿ふ様にすること。

ロ 目盛の起點を見誤らぬ様にすること。

ハ 裏返りに捻れて居ない様にすること。
等である。



其他尺度には球又は圓筒の直径の如きを測定する玉尺があり、折り尺、曲尺等があるが大體右に述べたる點を参考して使用すればよい。

二 刻度圓筒の使用法

理科に於ける液狀物、粒狀物、粉狀物の計量には枳を必要とするが、これは多く硝子製のものをして、これを良好とする。若し設備するとすれば次の如き種類をよしとし、その取扱になれて置く必要がある。

a 一〇〇cc位の圓筒

これは稍々多量の場合に用ふるもので、刻度は一〇〇cc位宛にせるものでよい。漏料形よりも圓筒形をよしとする。

b 二〇〇ccのメスシリンダー

これは最も利用の場合が廣いから、これになれて置くがよい。けれ共兒童に使用せしむるには稍々不便である。何故かならば、目盛が小であり、直徑が大きい、高さも相當大であるので、取扱ひ悪いからである。

c 一〇〇ccのメスシリンダー

これは兒童用としては適當なものである。教師も子供もこの使用になれる必要がある。メスシリンダーの一般使用法を記せば、次の如し。

イ 液の總量を計量する場合、取出使用量と殘量を知る場合に用ふ。

ロ 筒は常に平らなる所に置きてスケールを讀むこと。

ハ 液面はその中央部の位置をスケールに合はせて讀むこと。

ニ 計量者の眼の位置は常に液面と同じ高さに置くこと。

ホ 濃厚なる液の取出しは徐に行ひ、殘らざる様にすること。

ヘ 發熱を伴ふ液の混和稀釋溶解等に用ふべからず。

ド 二〇ccのメスシリンダー

これも時に必要なことがある。この用法は一〇〇ccに準ずればよい。



e ビュレットの使用

これは總量を知るためには用ひない。取出し分量を知るのみに用ふるものである。これでは一旦取出したるものを戻すといふことは出来ないから、出し過ぎない様の注意が必要である。豫めどの邊まで使用す可きかを定め、その附近までは出してよいが、附近に來たら徐々に取出す可きである。中和の實驗の如く何程を必要とするか判らない場合もある。斯かる時は全量の記録をして置かないと全く駄目になる。

ビュレットは使用後の手入が悪いと次回に用ひられない。使用後は直ちに充分なる手入を要する。殊に下部活栓部の手入を念入にせねばならない。活栓は紛失しない様に糸

にて管に連ねておくこと、活栓は糸又は紙片をはさんで挿しておくことを要する。この注意を忘れると固着して離れなくなる。

f ビベット

これは五cc、一〇ccの如き一定量を滴下するに用ふるのが本用途である。用法大略ビウレットに準ずればよい。

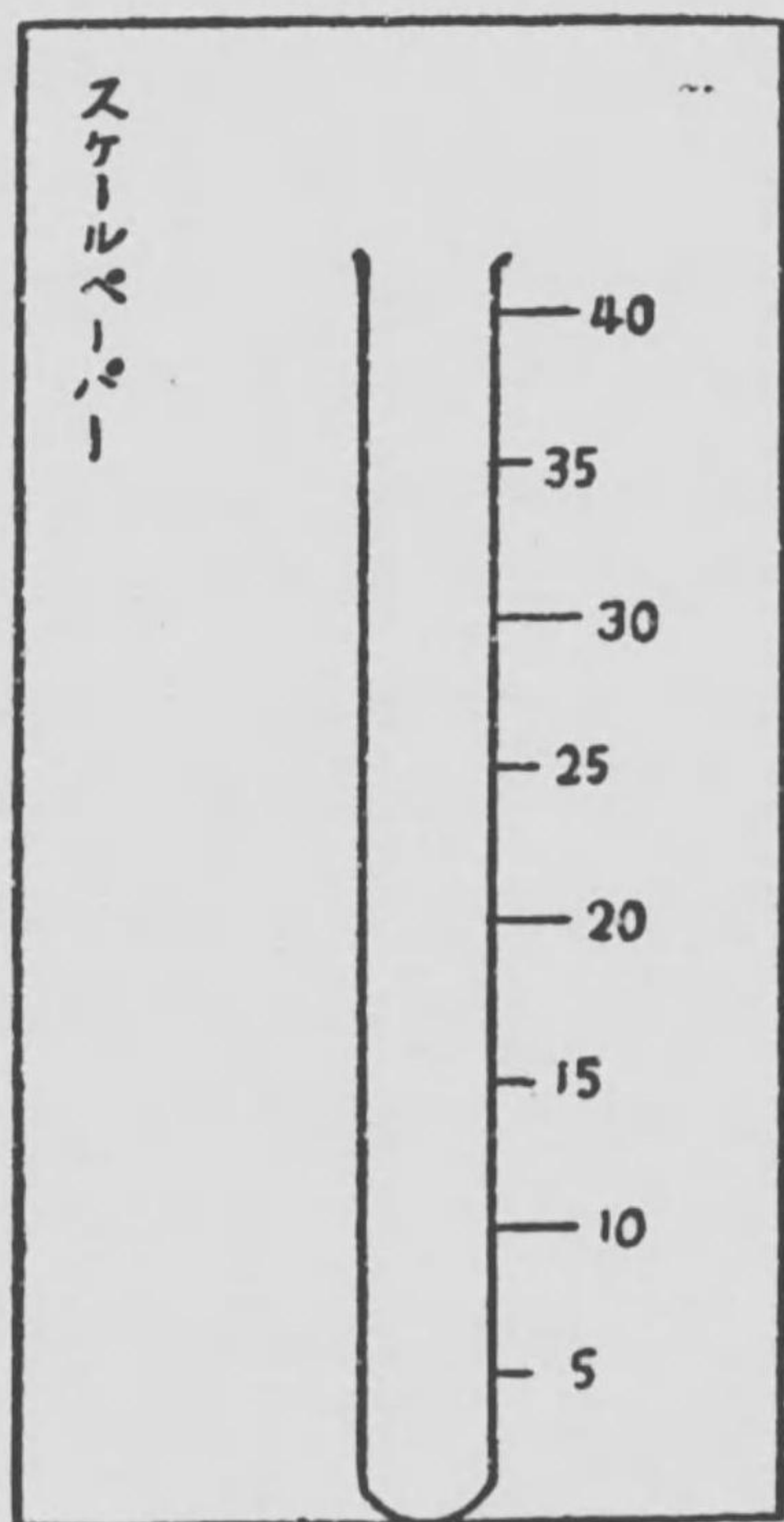
g スポイト

灌腸用スポイトには目盛が施してあるから、これを液量に利用することもある。けれ共これは本當の用法ではない。手輕であるので兒童實驗に利用されることがある。

h メスフラスコ、比重瓶



太試験管に印をつけてたるもの(目盛)



スケールペーパー

メスフラスコは單なる計量器としての用法だけではなく容器と兼ねることが出来る便利がある。用法はメートルグラスに準ずる。

i 代用計量器

試験管に三角鏡にて標を附したるもの、又は試験管とスケールペーパーとを用ひて計量する様に工夫するものであつて、その考案の趣旨を充分發揮する様に取扱ふ可きである。

三 衡器の用法

理科に於ては計量器としては衡器が一番多く用ひられると思ふ。それだけこれが使用法にはなれて居なければならぬ。

a 上皿天秤

上皿天秤のことを化學天秤とも言ふ。化學用實驗用藥品調劑などに多く用ひられるからである。天秤であるから、ゼロポイントは正確に合つて居なければならぬし、敏感でなければならぬ。螺子等によつて調節し零點を合はせる様に出來て居るから、使用に先立つてこれを吟味せねばならぬ。

次に計量せんとする物體をのせて、その重量を目測し、分銀は大なるものより用ひる。平均は指針によつて知り、平均せる時に目方を決定し、分銅をしまふ時に再び読み方に誤りな

きかを吟味する。

b 吊皿天秤

吊皿天秤のことを物理天秤とも言つて居る。上皿よりも精密なる計量をするに用ひられる。この使用は動かない臺上に天秤を置き、先づ支柱が眞直であるか否かを錘などの附屬装置によつて検査し、然らざる時は三脚に附せる螺子によつて正さなければならぬ。取付けが出来たならばゼロポイントを合せる。その他は上皿天秤の用法に準ずるが、遠ぶ點は、吊皿にはハンドルが附いて居るものが多い。これは分銅を加減する時だけ休めて、平均を検する時にだけ上げるのである。中に微かなる平均點を求め、ライダーを動かしてする様に出来て居るものもあるが、分銅を読む際これをも計算中に入れることを忘れてはならない。

c ゼンマイ秤

これは普通の計量用には餘り用ひられないけれども、力學などの實驗に用ひると便利な場合がある。これは面白いから子供は計量外に玩具的に使用することがあるからさげねばならない。用法中注意すべきは、静止點を正しく見ること、器に沿ふて眞直に引かしめることである。

d 其他

その他秤、萬物秤、金秤等色々あるが、前述を参考して正しく用ひることに練習すればよい。説明を略する。

衡器一般の用法

衡器は度量器に比して狂ひ易いものであるから、取扱ひ保存等殊に注意と練習を要する。次の様なことに特に注意を要する。

- a 振動し易い所、濕氣多い所に保存せぬ。
- b 分銅が他のものと取替はらない様にする。
- c 分銅を汚さない。損傷せしめない。紛失しない。取扱にはピンセットにてする。
- d 皿を汚さない。汚し易い物の計量には敷紙を用ひ、汚れたる時は直に拭ひとること。
- e 秤量以上の計量に用ひないこと。秤量とは最大計量限度をいふ。限度以上には分銅がないから計量出来ない譯であるけれども、其他の天秤の分銅をも併用したり、他のものを分銅に代用したりすることは禁じなくてはならない。
- f 計量器は検査を受けねばならない。

四 時間の測定

時間は普通時計で測定するのであるが、時計を正しく使用することは容易なことではない。不正確なる時計の補正、正しい時計の正しい観方等の練習をなす可きである。

普通の時計以外に時間測定に用ひられるものは、次の如くである。

a 砂時計

一分二分三分位の短かい時間の測定に用ふる様な構造のものが今でも實用されて居る

b メトロノーム

メトロノームは音楽のテンポを測定するために専用する様に出来て居るものであるけれども、物理の時間測定の實驗に利用すると便なる場合が多い。例へば振子の振動数の測定、落體の加速度の實驗、呼吸數脈搏數の計量等である。

c ストツプウォッチ

これは物理實驗には必要なものである。初めから終りまでの間の時間が任意に正確に計算出来る點に於て他の何れにも優るものである。

d 目覺し時計

煮沸作業など、長時間に亘る操作をする場合に時間が忘れられ勝になるから、時間の來たことを知らしめる爲に用ふるに都合がよい。例へば充電をする場合、電氣分解や鍍金をす

る場合、降雨量の測定の如きに必要である。

五 寒暖計の用法

寒暖計は用法によつて種類が多いから、その目的によつて使用するので、目的以外には決して使用してはならない。目的以外に使用すれば、使用の目的を達しないか、又は破損するものである。

室内寒暖計

室内温度の測定のみ用ふるもので、その他には使用出来ない、従つて最高最低の目盛を省いて必要の部分だけ見易い様にしてある。

目盛は普通華氏と攝氏と二通りしてあるけれども、教師は攝氏のみを用ひる様になれしめるがよい。そして分まで讀むこととする。世間一般には高氣温は華氏にて、低氣温は攝氏で言ふ様な不合理的習慣があるが、それは破らねばならない。

化學寒暖計

棒状で吊す様に出来て居り、水銀使用で、目盛は攝氏専用で、百度位から零下二〇度位までのものが小學校用として普通に用ひられる。液體の温度、蒸氣の温度を測るのが目的であるから、その他の高温物質に觸れしめると水銀部が破れる。これを硝子棒に代用して攪拌

したりしてはならない。水銀部を保護する必要がある。容器(筒)の底には脱脂綿を入れておくといよい。

其他

其他寒暖計には特殊な、體溫計、最高最低寒暖計等がある。その目的に使用す可きである。

寒暖計一般の用法

寒暖計はそれぞれの目的のために特に作つたものが多いから代用が出来ない。體溫計で熱湯の溫度を測つたり、室内寒暖計で體溫を測つたりすることは出来ないだけではなく破損せしむる場合がある。寒暖計は感度の關係上水銀部分を薄く作つてあるから、水銀が上りつめると水銀溜を割つて出るものである。目盛は正しく前より讀む可きである。

寒暖計は他の計器に比してくるひの多いものであるから、補正して使はねばならない場合が多いのである。この點使用の際考慮に入れる可きである。

目盛りは常に攝氏による様にしたい。

六 電氣メートル

小學校では電氣教材は性質の取扱ひに止まり、計量的の仕事をしなから、従つて計器は直接教授上の必要はないけれ共、教師用として必要なものは幾らもある。

a カリバーメーター

これは微量なる電流を測るに用ふるものであるから、多量の電流を通してはならない。

b 交流電流計と直流電流計

電流計には交流用と直流用とがある。専用であるから混用してはならない。

c 電流計と電壓計

電流計には電流を測るアンペアメーターと電壓を測るボルトメーターがある。これととり違へてはならない。アンペアメーターを電線に直結すると強い電流が流れて焼き切ることがある。仕事をさせてその電流を測るのが本體で、直結するものではない。

d 使用の範圍

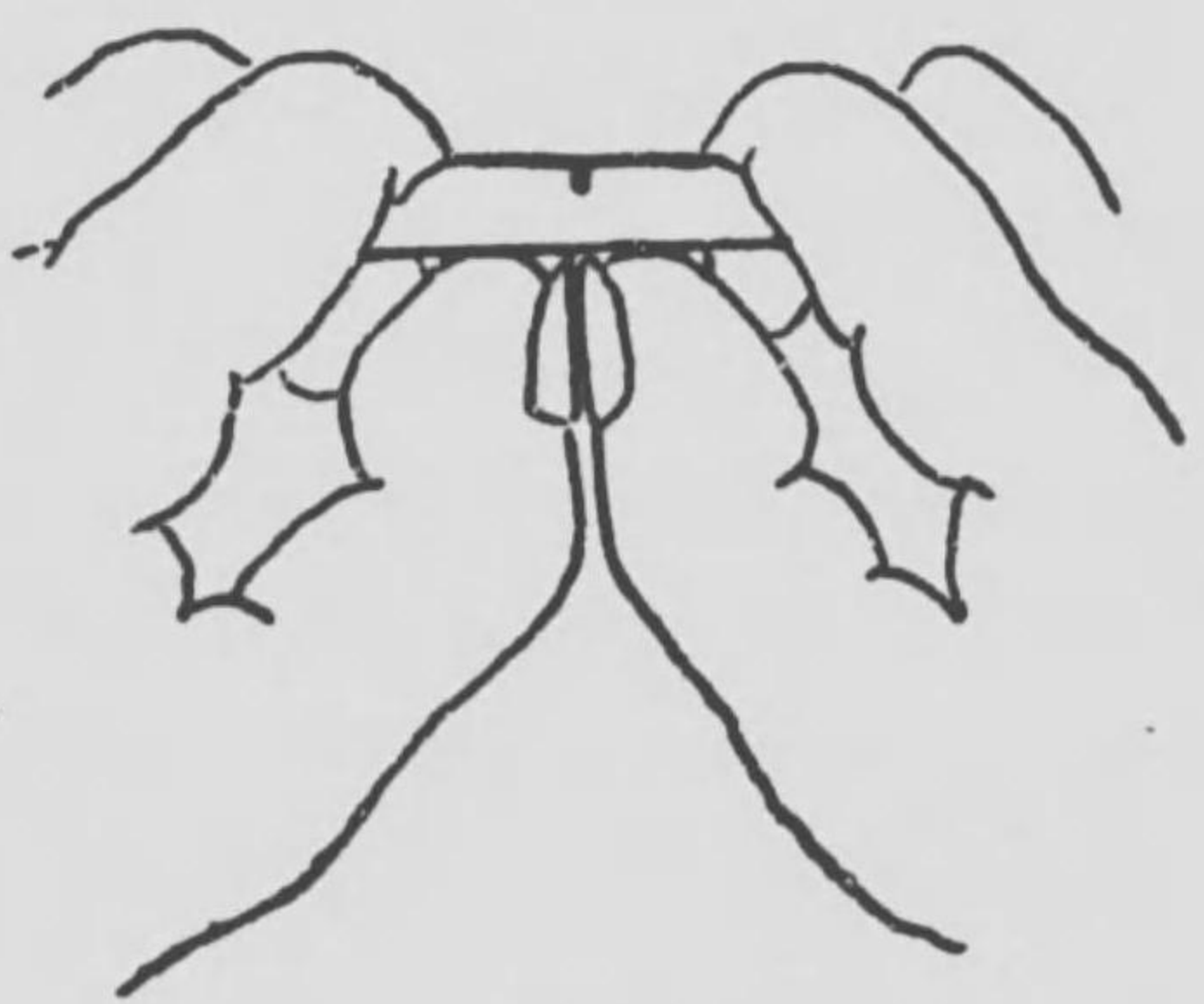
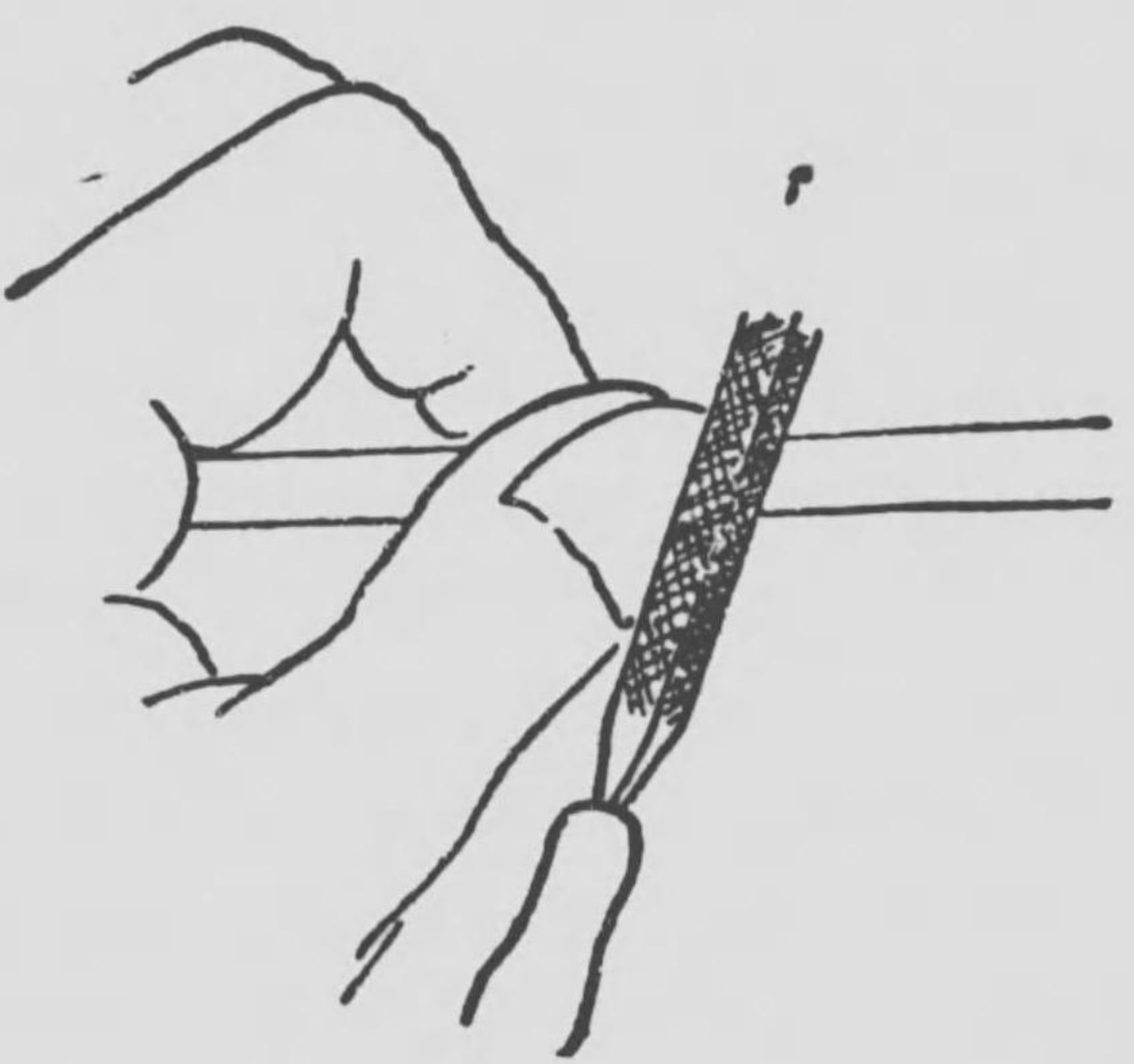
直流ボルトメーターを例にとれば、或る電流計は六ボルトまでしか測り得ないものといふ様な限度がある。その限度内に於てのみ有効である。ミニウマムとマキシマムを考へて用ふ可きである。

其他の計量器

其他の計量器で小學校に關係のあるものでは氣壓計、雨量計、風力計、乾濕度計、分度器、比重計等であるが、これ等は特殊なものになるから説明を略する。

七 硝子管を切ること

硝子管を切る場合は非常に多い。これは充分練習して置かねばならない。三角鑷のよ
く切れるもので硝子管に直角に傷を付けて、その傷とは眞反對の側に兩拇指の爪を當て、
引抜く要領で折るのである。この時兩手に平等に力を入れる可きである。この操作が粗
雑に行はれると直角に體裁よく切れない。この操作に於て鑷を往復せしめること、同一箇
所を二度傷けることは禁物である。傷がよくつかない場合は、管を少し廻して同一平面上
の新らしい所に付け直ほす様
にす可きである。



切つた硝子管の切口は、急ぐ
時でも鑷の面で角を落してお
くか、時間があれば熱して角を
丸くして置かねばならない。
手を負傷し、コルク又はゴム栓
の穴を悪くし、ゴム管の端を悪
くしたりするからである。

この方法は四號五號位の硝子管を切る場合に適用す可き方法で、それ以上には用ひられ
なす。

八 硝子筒を切ること

直徑一糎以上の硝子管やそれ以上の筒には前記の硝子管を切る方法は適用し悪い。斯
様なものを切る場合には次の様な方法を用ひる。

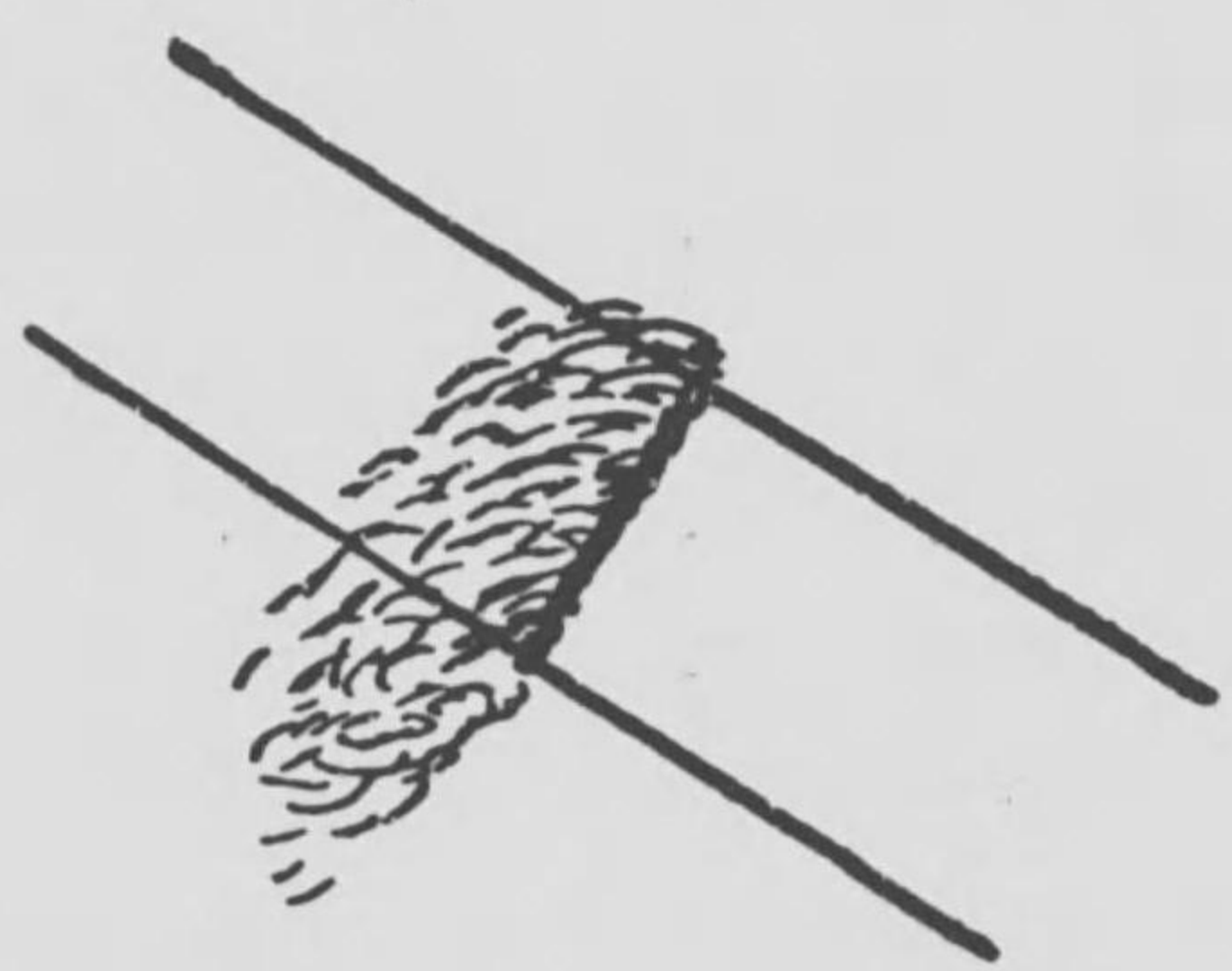
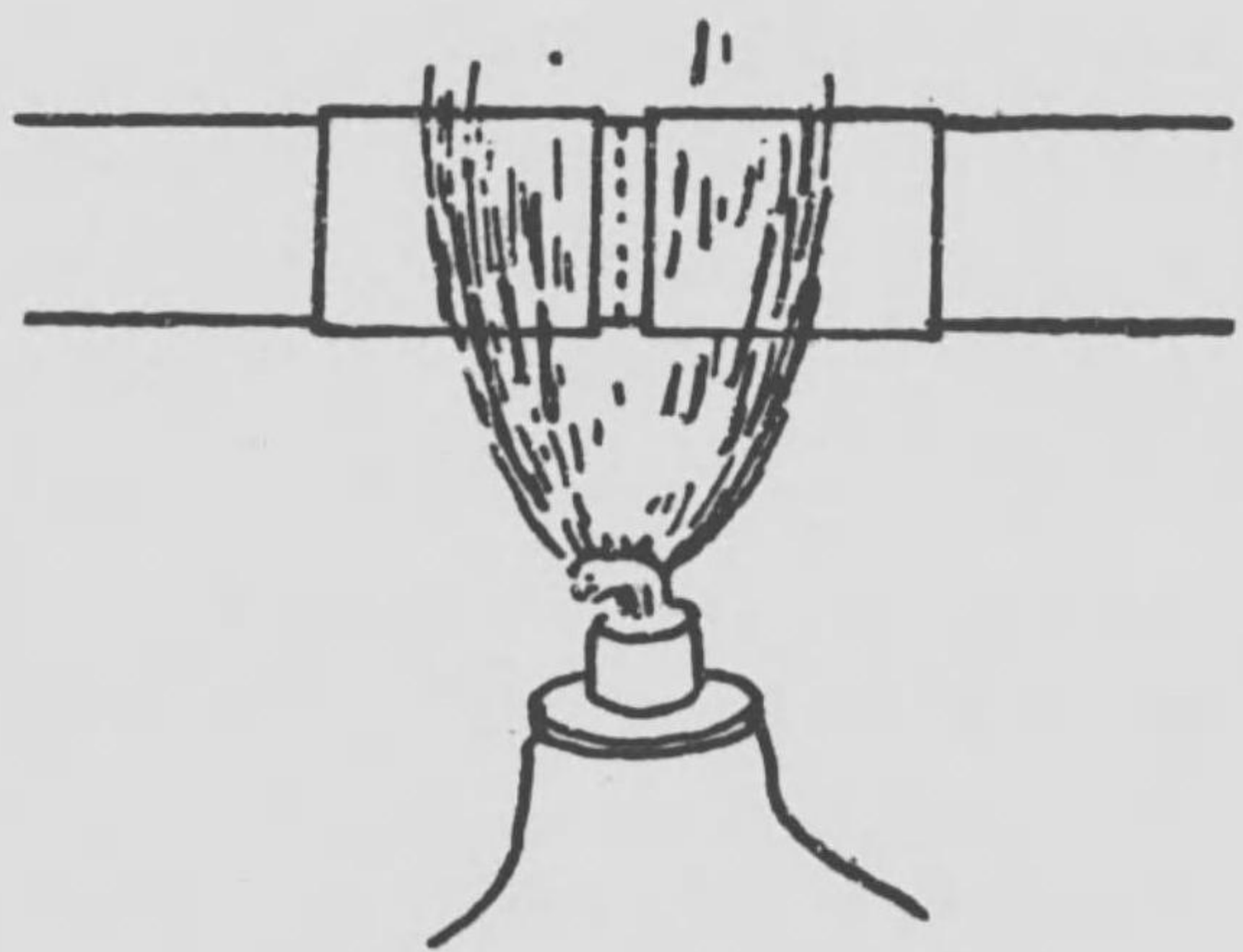
a 切らんとする所に鑷にて直角に點線様の傷を付ける。

b この筋が隠れない様に、隙を五耗に、兩側を濕じたる紙片にて繙帶した様に巻く。

c この隙をアルコールランプの焰にて
廻し乍ら熱する。

d 紙が焦げる程度にて止め急に水中に
入れる。

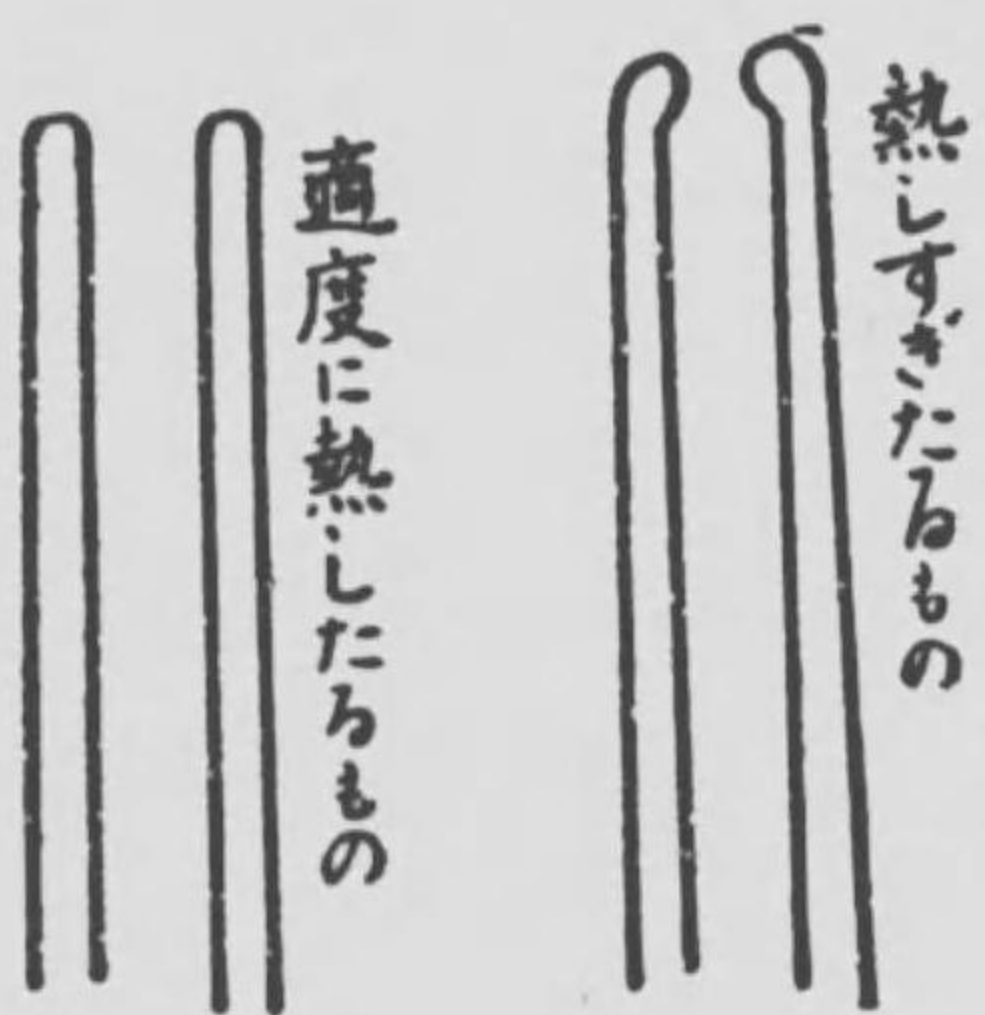
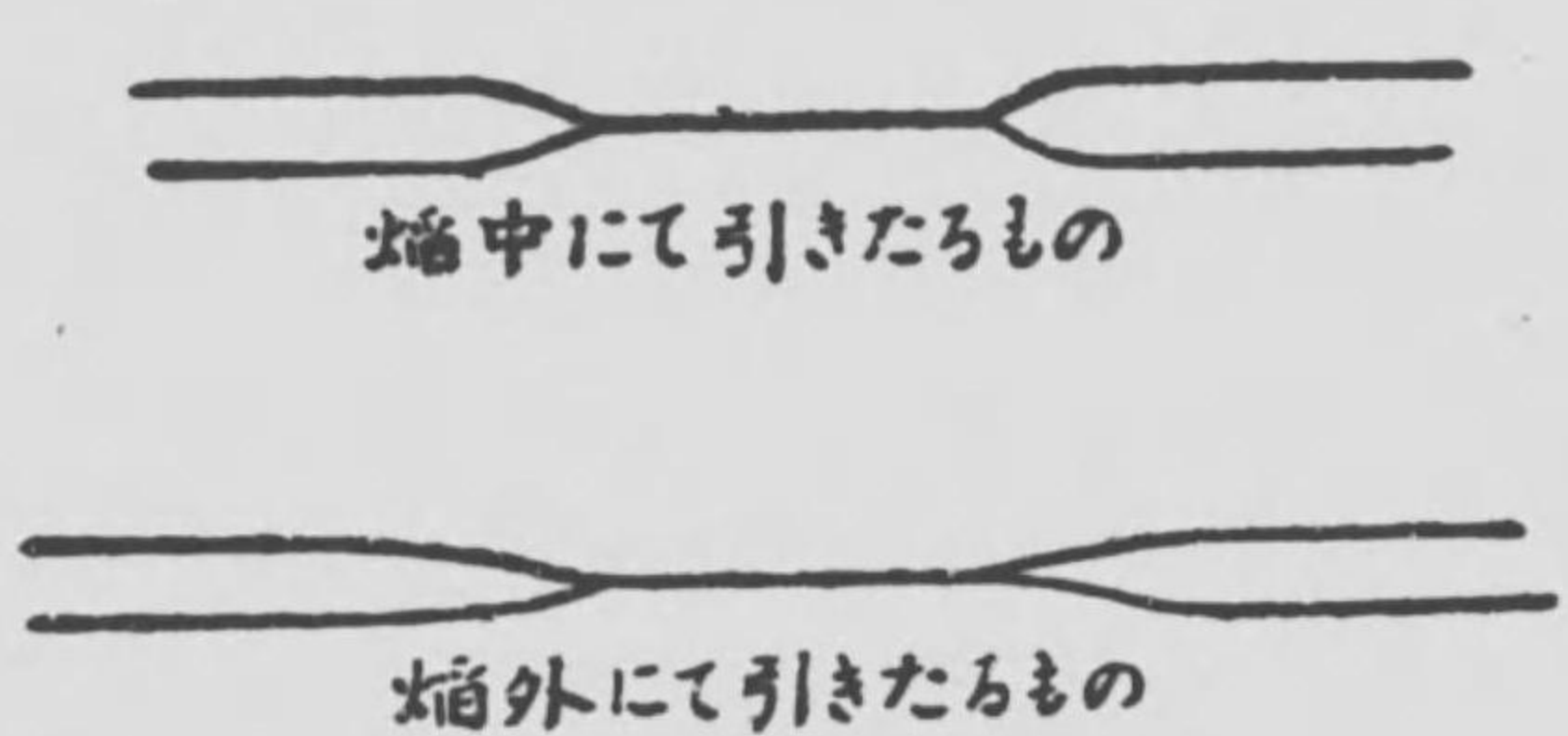
以上の方法で大概は切れる筈である。
又別に切らんとする部分に前記の様に
傷を付け傷の上に木綿糸を巻き、これにア
ルコールを浸ませ筒を直立に支持して點



火し、七分通り燃えたる頃水中に入れる方法もある。
何れの方法で切つても切口を整理することは硝子管の場合に等しいが、細管の様に平らには切れないから整理しやうとして加熱すると新たにひびを生ずる様なことがあるから注意を要する。

九 硝子管を抜くこと

噴水口の製作の如く、硝子管を引抜くことを必要とする場合がある。これは硝子管細工としては最も容易なものである。



- a 引抜かんとする部分に印をつけること
- b 印の部分を通し乍ら平等に熱すること
- c 軟かくなりたる頃、焰中より取出して手早く真直に引き抜くこと。
- d 焰中にて引抜く時は急角度となる。管の一端を閉ぢんとする場合の如きは一局部を最も軟かに熱し、焰中にて急に引抜き、その端を廻し乍ら更に熱するのである。

一〇 硝子管を曲げること

装置をする場合、色々の曲硝子管を必要とする。手のすいた時に色々のを作つて置くことよい。これも練習を要する。上手に曲げないと體裁が悪いだけでなく、耐久性なく、實驗に使用不便を來すものである。

- a 曲げんとする部分に印を附すこと。
- b 印の部分を水氣なきか検して焰にて熱すること。加熱は平等になる様に廻轉しながら行ふ。緩かに曲げんとする時は管を斜に保ち、焰中にて熱する。



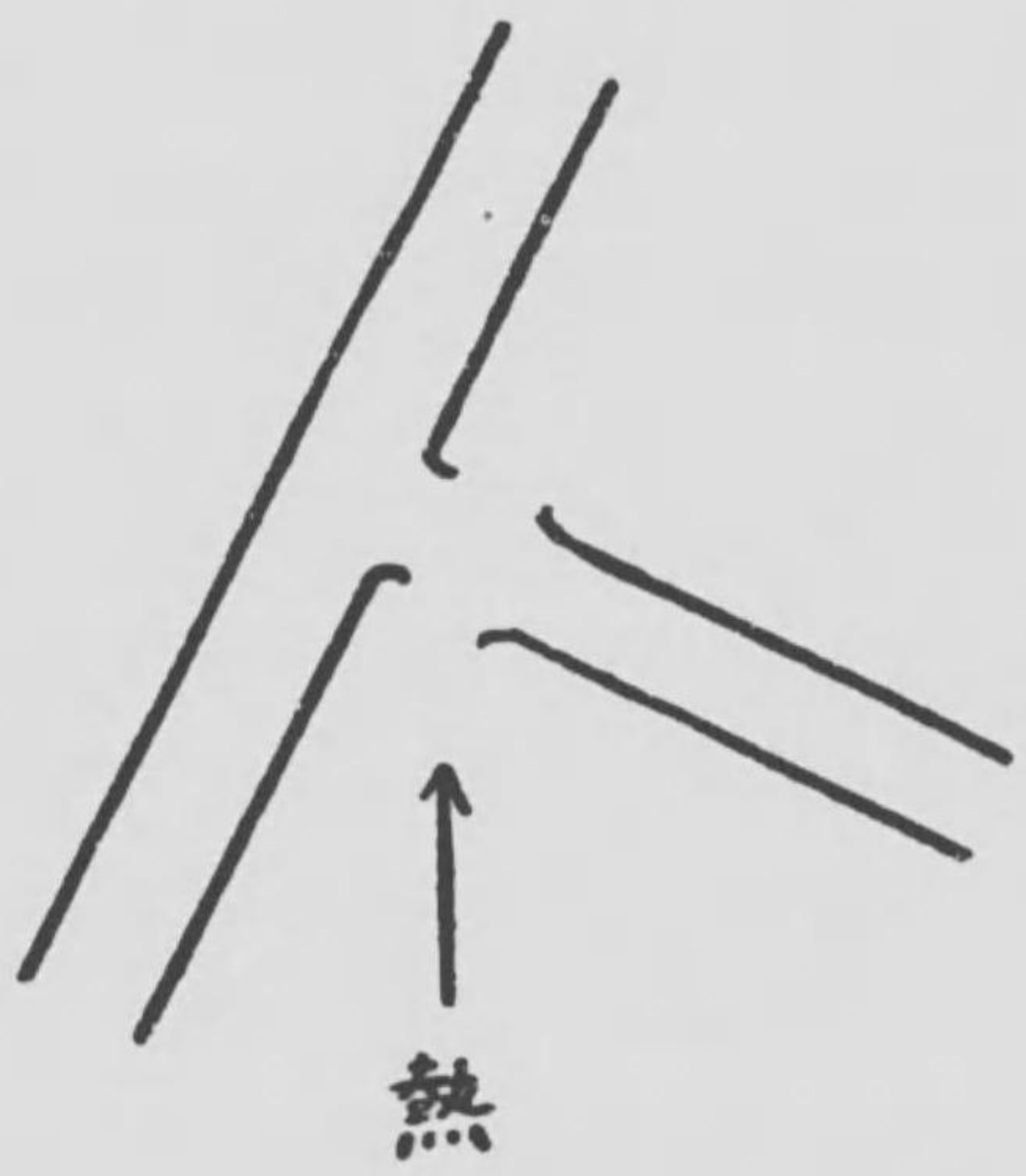
- c 力を加へずして曲る程度になりたる頃、少し引き伸す様な心持にて左右一平面になる様に曲げること。角度は焰中より取出して直ほす。焰中にて直しても無駄となる
- d 曲げ終りたるものは直ちに机面上に置かないこと。

殊に水氣ある上に置く如きことをなす可からず。

一一 叉状管を作ること

小學校の實驗装置位では、叉状管を必要とすることは餘りないけれ共、これも作り方を知つて居なければならぬ。

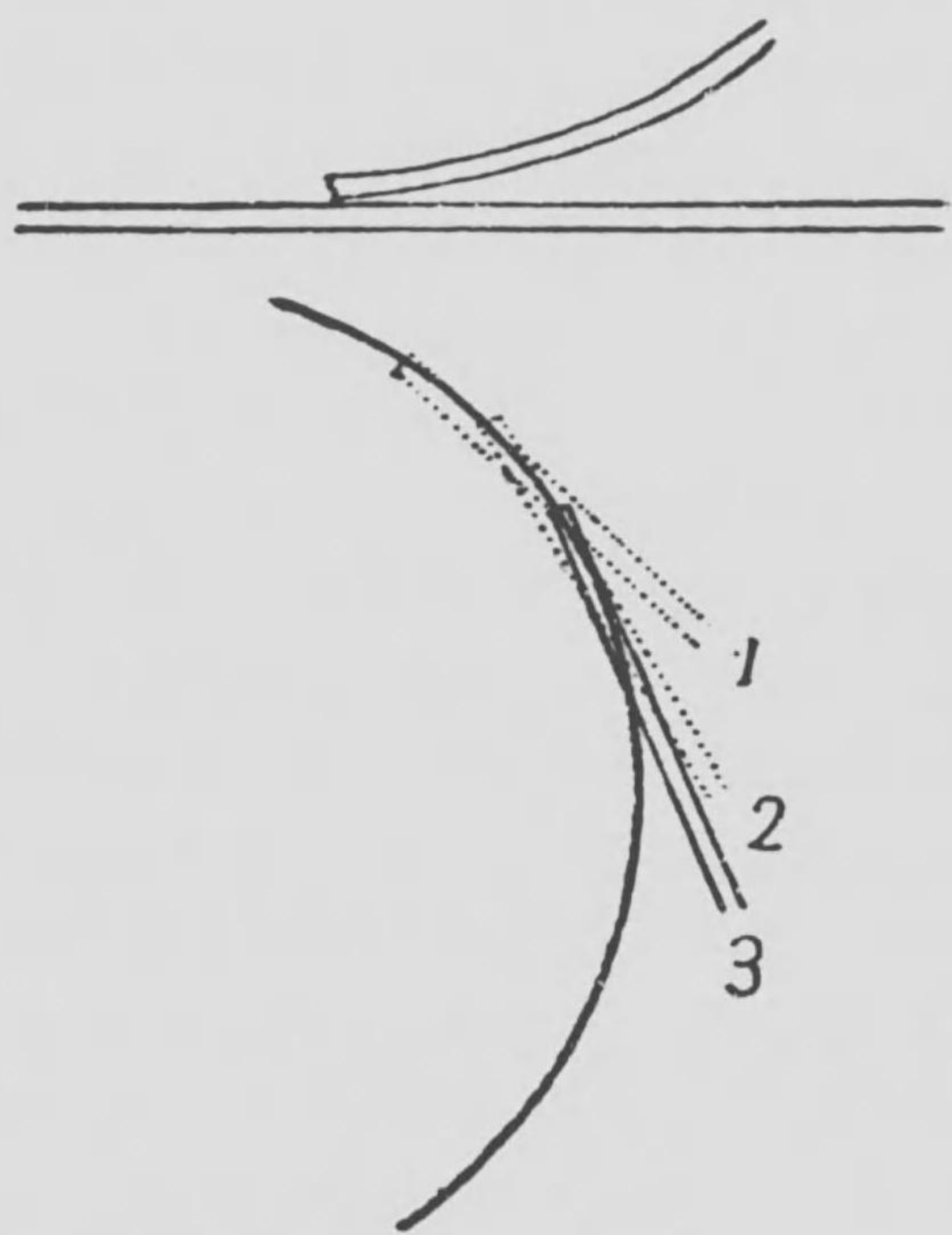
- a 硝子管の一部に印を附ける。
- b 廻さずして印のある一局部をのみ細き強焔にて熱する。
- c 局部が橙赤色を呈した頃管の一端を指頭にて閉ぢ、焔中にて他の一端より急に吹く。
- d 枝に用ふる硝子管の一部を廻し乍ら強細焔にて熱し一端を閉ぢて他端より急に吹き喇叭状の切り口を作る。



- e 熔接せんとする兩部分を飴狀に熱して焔中にて附着せしめ、焔外にて角度を直す。
- f よく熔接が出来ても冷却が急であると離れて居て悲觀することが多い。灰の中で冷却せしめるがよい。

一二 板硝子を切ること
 板硝子を切るには普通硝子切りを用ひる。硝子切りには寶石又は特殊な鋼が使用してあるのである。これは硬度の差によつて切るのであつて、單に壓して切るのではないから力一杯に壓す必要はない。さうすると却つて切り口が曲つたり器具を損したりする。チーツと音がして、筋が分明りしない時の方が深く傷がついて居て切れるので、白い筋の附く時の方が傷が浅いのである。

切る時に最も注意すべきは、平滑な面の上に切らんとする硝子板を置くこと、定規を迂らない様に支持すること、二度筋の引き直ほしをせぬこと、割る時には急に力を入れること、左右の手に平等に力を入れること等である。平面上に置かないと筋を引いて居る内に割れて仕舞ふ定規を固定支持しないと思はぬ所へ切り込む。筋を同一箇所につき直すと硝子切り器が悪くなる。



以上は硝子板を直線に切ることであるが、曲線に切るにはハンダ鏝又は火箸様のものを用ひるがよい。先づ板硝子に切り取らんとする設計圖を墨にて描き、この圖に近き硝子の縁に三角鏝にて爪の掛かる程の切り込みを作り此の所より焼きたる火箸にてひびを入れこのひびを焼火箸にて設計線の通りに導けばよいのである。この導き方は相當の練習を要するものである。この方法は單に平硝子板を切るに用ひるだけでなく、試験管を切る様な場合にも適用出来るのである。この方法は窓硝子以上の厚硝子には適用が出来ない。

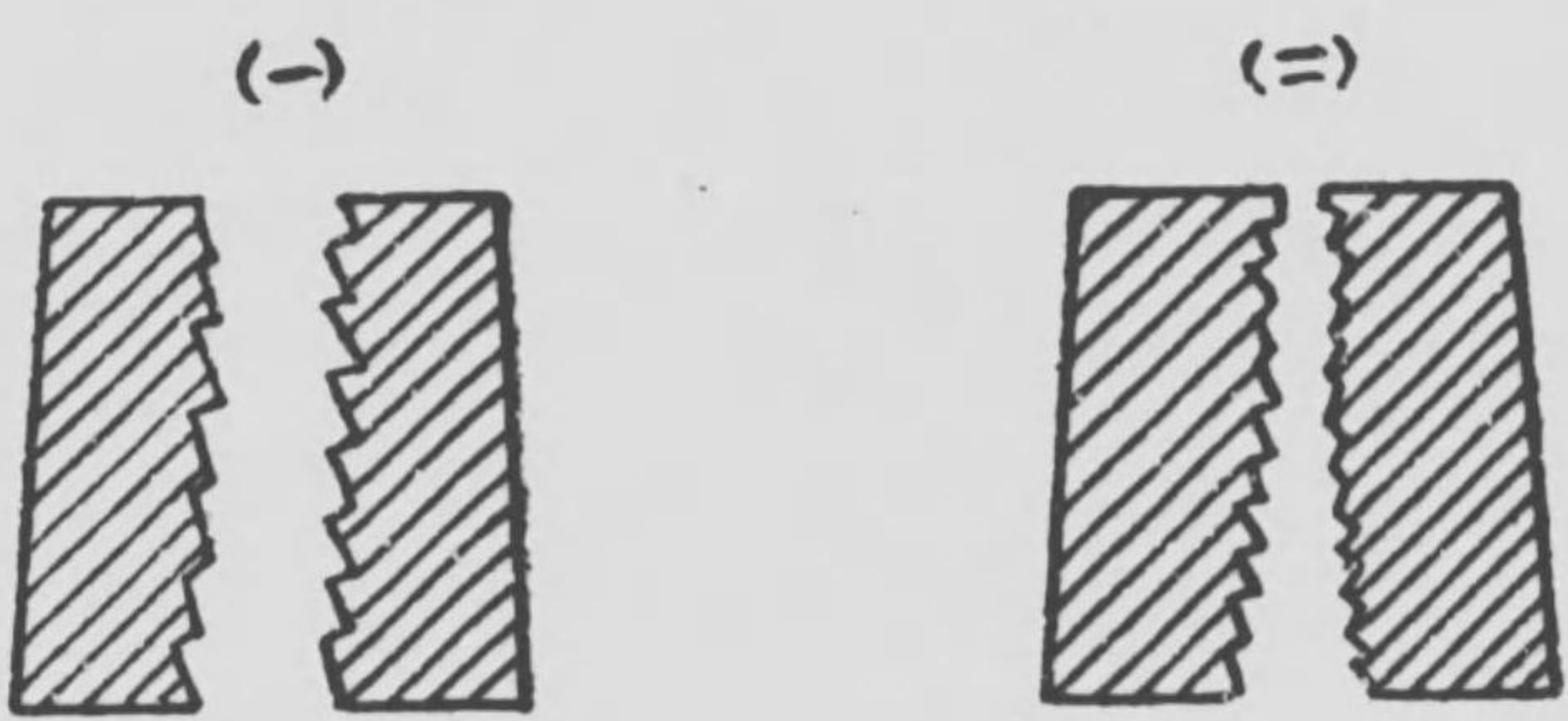
一三 硝子の角をひしぐこと

硝子管を切つた場合、筒を切つた場合、板を切つた場合、さなく共割れ口を整理する場合など角を少しひしぎたいことがある。この時に金床上で打つたり、ペンテでひしいだりすると、思はぬ所まで割れて来る。こんな場合には水中で行ふとよい。何れにしても氣長に少し宛ひしぐ可きである。水中ですると破片が散らないといふ便利もある。

一四 コルクに穴をあけること

コルクに穴をあける位のことには容易な様であるけれども、仲々面倒なものである。早くあけ様とすると曲がる、くづれる、穴の中が粗になる等の缺點が生ずるものである。

- 1 コルクの大きいさ質を選ぶ
- 2 目的によつて穿孔器の太さを選ぶ
- 3 穴の位置を定めてあける
- 4 早くあけ様としない。即ち餘り力を加へない。
- 5 穿孔器三回に就てコルクも一回位の割合にまはすこと
- 6 穴をあけ始める時と終る時は殊に軽く廻す。
- 7 穴をあけ終れば必ず管内を通して次回に使用出来る様の手入れをする。



- 8 切れなくなつたら外側をとぐこと、決して内側を鋸などでとがなす。
- 9 ゴム栓に穴をあける場合には初め管の先を水に濕して行ふ。
上圖(一)はコルク栓を無理に穿孔したものであり(二)はゴム栓を同様にしたものである。

一五 コルクをこらすこと

コルクを殺すには次の要領によるべし。

- 1 少し大なるコルクを選ぶべし。
- 2 コルク殺しの大なる溝より用ひ初むべし。

(溝なきものは此の限にあらず)

- 3 廻轉せしめつゝ行ふべし。
- 4 急ぐべからず。
- 5 時々適度の大ききになりたるか検すべし。
- 6 殺し過ぎたる場合は濕して膨ますべし。

一六 硝子管にゴム管又はコルクを通すこと

化學装置を作る場合によく出合はす操作である。強味になりたる時は往々通らないことがあり無理に通さうとして硝子管が折れて負傷することもある。これをさけるには水にて管をしめして通せばよく通る。

硝子管に對してゴム管の太い場合が幾らもある。斯かる場合は恰もワイシャツを腕まくりしたる如く、一度外に裏返して用ふるをよしとする。然らずして糸などにて縛るは野暴である。

一七 熱源の利用

熱源の利用の仕方の練習は實驗技術としては非常に大切なことである。

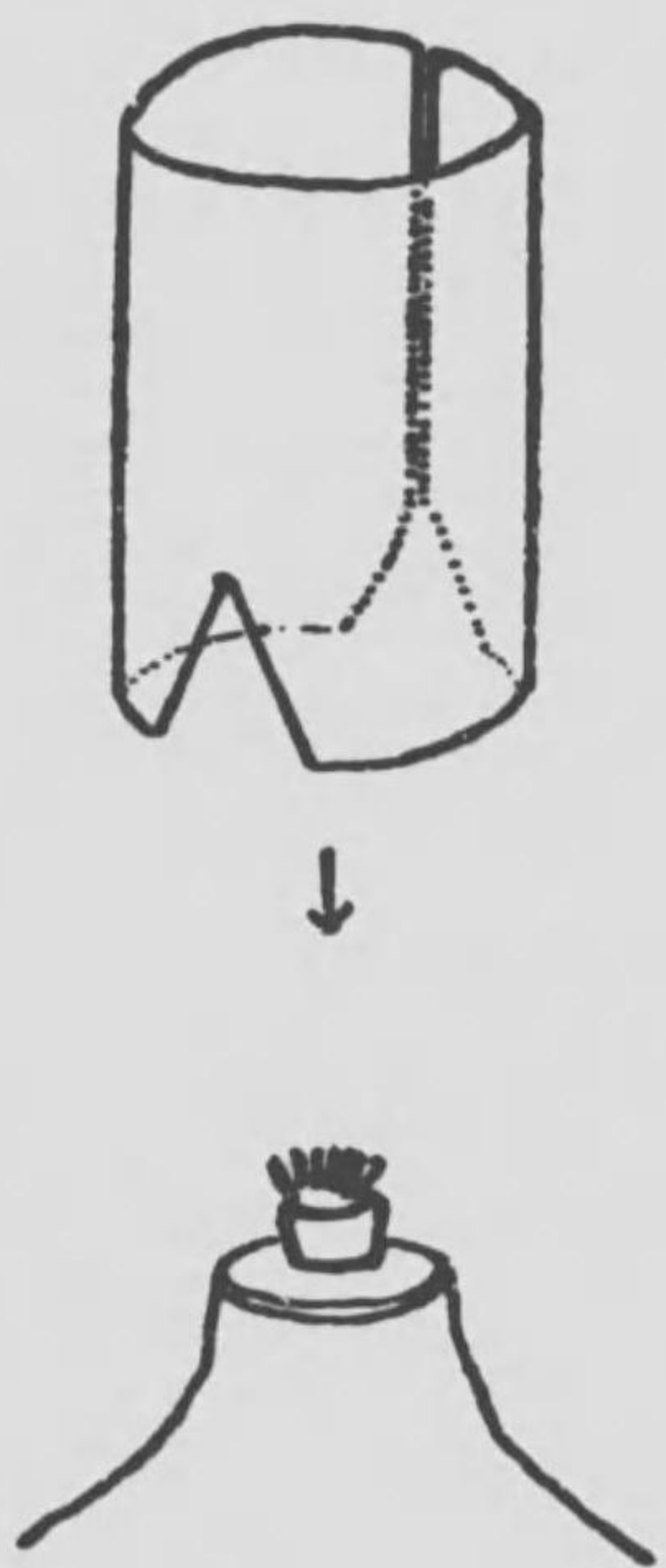
1 酒精燈

酒精燈は大きさによつて一〇〇cc、一五〇cc、二〇〇ccといふ様に種々ある。兒童用としては小型のもの一通りでよいけれ共教師用としては二通り位を必要とする。

酒精燈は容器と蓋を取りちがへない様、口に合つた蓋を施さねばならない。口金は金屬製磁製などあるが、磁製の方がよい様である。芯は木綿絲を組んだ専用のものであるが、糊帶片の様なものを用いてもよい。

酒精燈は決して口で吹き消すものではない。蓋をして消すものである。その理由は消

し悪いこと、蓋をするのを忘れること、實驗臺上のものを吹き散らすおそれある等である。酒精燈の焰は躍り易い。故に硝子細工などをする時には躍らない様に工夫したいことがある。斯かる場合用として金屬薄板の圓筒の下に空氣の入口を作つたものをかぶせる様にするとよい。



酒精燈の口金の附近、芯の部分に蠟や油やその他の加熱による噴出物を附着せしめてあることがある。これは清潔になし置く可きである。

酒精燈が古くなるとよく燃えなくなる。こんな場合にはアルコールと芯を新しく取替ふ可きである。こんなことは當然ある可きことである。

2 コール瓦斯、ガソリン、エア瓦斯

これ等は同様に考へて宜しい。ブンゼンバーナーを用ひて使ふ。

バーナーの用法は練習す可きである。要點の第一は空氣と瓦斯の調節の仕方である。瓦斯が多くて空氣が少いと隱かに燃え、色は赤く、多少煤を伴ひ、熱は低い。空氣が混するにつれて音立てて烈しく燃え、色は青味を帯びて來て、熱が高くなる。使用には何れが宜しい

とも言はれない。目的によつて調節加減す可きである。

點火の初めに當つて、空氣が多く混する様になつて居ると、爆音を立てるだけで點火しない。空氣を餘り混じらないで點火し、それから徐々に空氣を混す可きである。瓦斯を太く出して點火すると、時には毛髪に火の附く様なこともあるから顔を引いて點火す可きである。度々使用する様な場合はコックの所で細くして置いて全く消して仕舞はないがよいけれ共、火の點じてあることを忘却して、そこを立去る様のがあつてはならない。

3 各種噴燈類

噴燈には、酒精自働噴燈、吹込み式酒精噴燈、同石油噴燈など色々ある。吹込みの方法は多く足踏鞴を用ひる。それは瓦斯設備のない理科教室に於て用ひられて居る様であるが、細工者實驗者の姿勢が足踏みの爲に亂れる缺點がある。又鞴には完全な氣室を有して居ないと滑かに空氣を送致しないで間歇的になる傾向がある。これ等の缺點を考慮して設備し使用することが必要である。

4 電熱器具

電熱器具も熱源に使用出来るけれ共、普通の理科室の熱源には餘り使用されて居ない。用ひられても一般熱源といふのではなくて、特殊装置で他の熱源の利用が困難であるといふ様な場合である。

ふ様な場合である。

電熱はニクロム線を熱線として居る。これは熱して居る時に水氣や、その他の液汁が加ゝると錆るから、煮て沸騰する様なものゝ加熱には餘り適しない。氣温を一定温度に永く保つといふ様な保温装置などは宜しい。ニクロム線ではなくて電球を用ふる様な場合もある。

5 吹管の類

吹管分析を初め、硝子器の一部分を熔解せしめると言つた様な場合に、吹管を用ひることに必要がある。吹管を他の装置で吹く場合は別であるけれ共、口で吹く場合には、餘程練習しないと、連続的に吹くことは出来ない。呼吸し乍ら連続的に吹くのであるから、吸氣の時は口腔で調節して吹くのである。

6 温浴

熱線には温浴を用ひる場合もある。例へば澱粉の糖化實驗の如きである。湯煮鍋を用ふるのが普通であるが、斯かる専用器具でなく共、他の器具を代用せしむることもある。常に温浴の温度を温度計で測定す可きである。

エアバスと稱して乾温浴もある。主として乾燥などに用ひる。デキストリンの實驗の

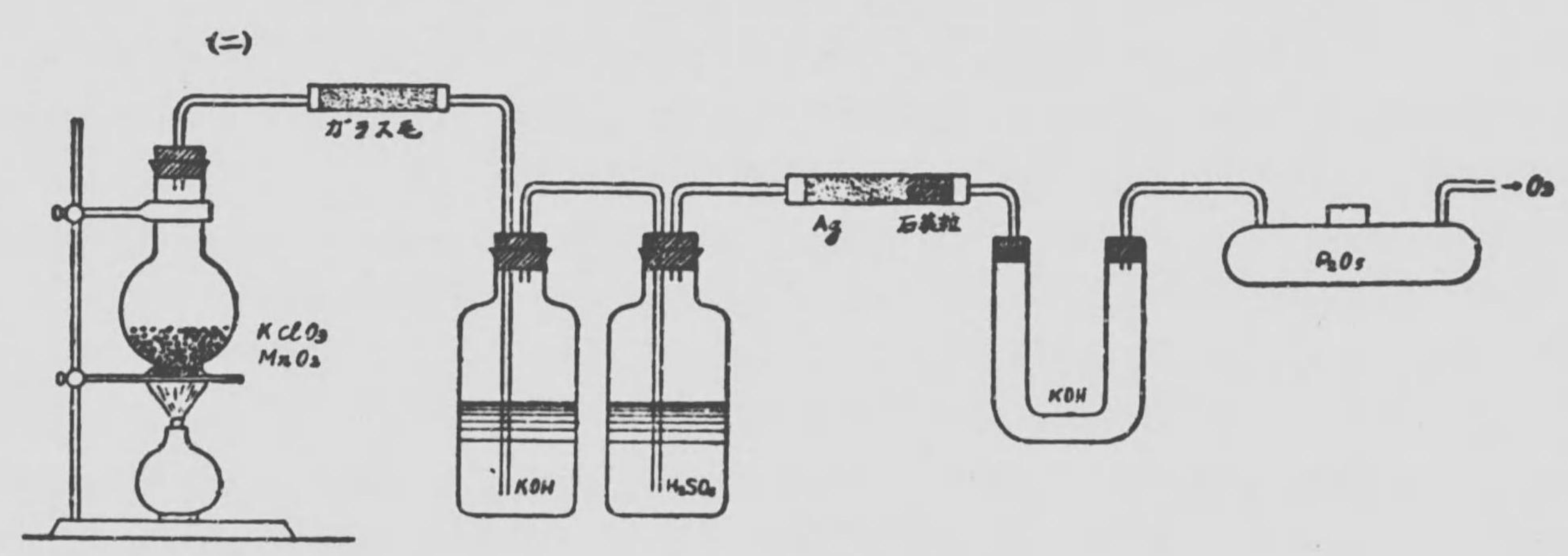
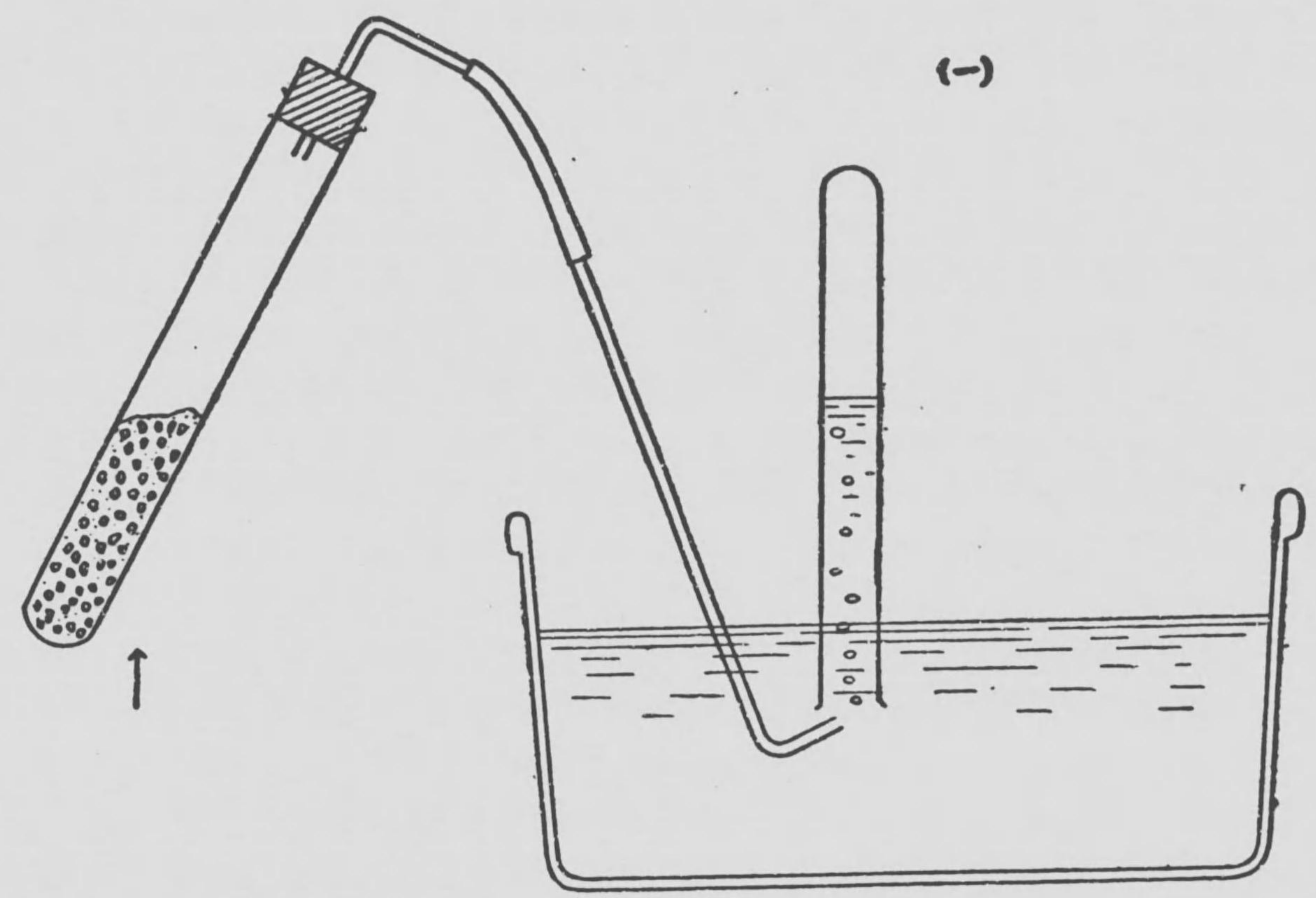
如きはそれである。これもバス内の温度を常に測定して居らなければならぬ。

一八 装置に關する研究

1 實驗の職能と装置

實驗はあくまで人為的で計画的な目的で、それには必然的に何等かの操作が伴はなければならぬといふことになる。而してその操作は吾々の生得的装具に依つて行はれ得ることもあるであらうけれども、多くの場合用具と装置を必要とする。而も實驗が進めば進む程それが複雑化し、複雑化せしめねばならぬことになる。何故かならばそれは現象の觀察が定性的から定質的又は定量的に行はれなければ、充分の目的を達し得ないからである。

扱此の節に於ては斯様なことを論ずるのが目的ではない。装置は如何にある可きかに就て考へねばならないのである。實驗といふ作業そのもの、本質から考へて見ると、その實驗が時間的空間的何れの超越を目的としても、分析的觀察方便の任務を有するとしても、その結果に於ては正確を必要とする。而して實驗結果の正確を得るためには、あくまで他の作用の混入をさけねばならない。斯様に考へると装置は自ら複雑になることをさけることは出来ぬと思ふ。一例をあげて見るならば、化學實驗に於て鹽酸加里と二酸化マン



第一章 一般的方法

ガンから酸素瓦斯を得る場合吾々は兒童用として(一)教師用としては(二)の發生装置のみを用ふるか、これを専門的に分子量測定などに用ふるものであるとすれば(三)全部を用ひねばならないことになる。何故かならば粗雑な装置による發生瓦斯には夾雜物を多く含むからである。吾々は酸素を無色無臭の氣體なりと教へねばならないにかゝはらず、皮肉にも吾々の用ふる装置に於ては淡い白煙と同様の氣體が發生して捕集瓶を曇らせ、一種の臭氣を伴ふのが普通である。これを除去しやうとすると更に複雑な装置を必要とするのである。

物理教材に就ても同様のことがある。力學の装置には吾々は摩擦を考へない譯には行かない。又力の方向に就て考へない譯にも行かない。これ等をさけ方向を任意にするためには、可なりの装置の複雑さをあへてしなければなるまい。

要するに實驗そのものゝ任務からすれば、正確と單純化を目的とし、それがために装置の複雑化は止むを得ないものとせねばならないであらう。

2 理科教育から見た装置

前述の様に實驗そのものから考へれば、結果の正確を目的とし、そのために生ずる装置の複雑化は事によつては止むを得ないとしても、一步立場をかへて、吾々は理科に於て専門的

實驗者を養成するのであらうか、又は忠實なレポーターを作るのであらうか、それともそれ等を幾分犠牲にしても、これ等と相並ぶ重大な他の目的があるのであらうか、考へ所は此の所にありはすまいか。

吾々は理化實驗を教育として考へる場合に、その對照たる兒童そのものに就て考へない譯には行かない。

子供は作業能力の低いものであり、

思考程度の浅いものであり、

生活が單純なものであり、

氣分的なものであり、

彈力的なものであり、

發達の過程にあるものである。

こんなことから考へて見ると、實驗の装置は、勿論不正確な結果を來すものであつてよいといふことはないが専門にまで精確には進め得られないといふことは考へられる。茲が實驗そのものゝ職能と教育の手段としての實驗とのデレンマにかゝる所である。

私は思ふ。何故に斯かる矢筈しいことを言はねばならない様な破目になつたかといふ

私の心境を。爾來實驗といふことが餘り無造作に考へられて來て居たのではあるまいか。實驗法なるものゝ研究が専門家の手に支配され過ぎて居たためではなからうか、教育手段としての實驗といふ様な方面の研究が稍々等閑に附せられて來てゐたのではなからうか、假にそれ等が趣味の理科實驗といふ様な名の下に發表されてあつて、ふざけたものになり過ぎては居なかつたらうか、尤も學校理科實驗法なるものが考へられても居るが、それは餘りに大人のそれにとらはれた焼直し的のものではあるまいか。

實驗が既に斯様な運命にあるのであるとせば、その裝置に就ても同様の運命にあることは勿論である。裝置を教育的に考へた場合に、子供の本性に基き、實驗の本性にもどらざる限り、成る可く、

單純でなければならぬ。

結果が直接的に觀察出來なければならぬ。

用具は専門的特殊なものであつてはならない。

實現象との連絡に容易なものでなくてはならない。

實驗そのものに發展性がなくてはならない。

裝置操作に對する兒童の心の内面的關與が多分になければならない。

といふ様なことが主張され得る。

以上の内、用具や裝置が専門的であることのために、あたは理科教育の機會を逸して居ることは吾々は時々氣附くことである。子供が彼等の生活中に於て實驗の必要にさしせまつた場合でも、試験管がないピーカーが無かいから出來ないといつた様な場合が幾らもある。それが果してこれ等の器具によらなければならぬといふ様に限られた場合のみではないのである。教育として實驗を考へる場合此の點注意を要する。

實現象との連絡に就ては、そのものゝ本來からは生れて來ないことである。これ恰も純粹自然科学者が、應用自然科学に無關心であつてよいのと同じである。それを人生のものとして考へやうとする態度になつて初めてそれ等の關係の考察が必要になるのと同様である。子供の實驗は生活中に發端し、生活問題の解決に終るものである。さうと見れば實驗も亦實現象に連絡を有し、裝置も亦これに通ふものでなくてはならない。

實驗それ自身に就て考へる場合、それを結果することだけで満足してよいかも知れないけれ共、子供の教育として考へた場合、それが教育の資料であり選ばれた代表材料であるから、これには相當の發展的内在力を有して居なければならぬ。

最後に實驗及び裝置は兒童の心に内面的關與がなくてはならない。さうでない限り發

展性も何も期待され得ないであらう。外部的な付け如へ力によつて馬を水邊に連れ行き、而も水中に口を浸すことまでは出来ても水を嚙下せしめることは出来ない。實驗事項は勿論用具も装置も方法も亦、彼等の生活に即し、子供の心の内面的要求を促すものでなくてはならない。吾々は教育といふことを考へる場合、仰もこれは欲求に初まるか義務に初まるかに就て先づ考へねばならない。如何に實驗目的に沿ふ装置や方法であつて見ても、子供の心の内面的欲求に觸れない限り、それは義務としてしか子供には受取れないであらうと思ふ。この點よく考慮す可きである。

3 理科實驗装置に關する實際上の諸問題

理論は大體以上位にして實際上の諸問題に就て述べて見たいと思ふ。

(1) 特別實驗装置の有する長所と短所

私が茲で言ふ特別装置とは専用装置と言つてもよい様なものを指して居るのである。例へば化學實驗ではキツプ装置であるとか、物理では熱による線膨脹實驗装置であるとかの類で、この特別装置は化學の方面よりも物理の方面に多いのである。

これ等の特別装置はそれ専用で作られたものであるから、故障のない限り實驗結果の確實といふことは期待出来る。この點に大なる特徴を有する。けれ共これにはそれに對す

る大なる缺點もあることを知らねばならない。即ち融通の利かないことである。私が茲で融通が利かないといふ意味は實用的に色々の實驗に代用出来ないといふことの外に、まだ重大な意味を持つてゐる。吾々は理科實驗を教育として考へた場合に、結果することそれ自身よりも、結果せんとするまでの心の動きを重視する。然るに出来上りの特別装置はこの方面を完全に封じて居るの感がある。極めて靜的である。これを動的ならしめるには更に不自然なる教師の取扱ひや工夫の考案を必要とする。

吾々が道具を用ひる場合の心境を靜觀して見ると、必ずそこに必要なものとなるのは、この道具を理解し支配し得るといふ自信である。この自信の立たない間は手を下すことは出来ない。假に私が初めて西洋料理の食事に行つたとする。前には幾本かの形の變つたナイフやフォークやスプーンが並べられてある。そこへスプーンが出たとする。この場合ナイフやフォークを取り上げることとはしない。それは用途によつて器具の用法をマスターして居るからである。そこでスプーンに着目したとしても、そこには匙が二本ある。何れを選ぶ可きかは前の場合よりも心を用ひねばならない。更に次に魚の料理が出たとする。この場合どのナイフとフォークを用ふるかに到つては甚だ苦しむ。これ全く器具に自分が奪はれて居るからである。この場合、フォークの配列は外側より用ひれば誤りない

様にしてあるのだと機械的に教はつて用ひたとしても、これを使用して居る私には何等の本質的學習にはなつて居ない。單に結果に於て誤りなきことを教へられたれに過ぎない。矢張り私は器具に支配されて居るだけである。

吾々の理科實驗に於て特別装置を用ひる場合これに類することが非常に多いのである。理科實驗には或る程度までの特別装置を否むことは出来ないであらう。斯かる場合の本條件となることは、先づこれを理解し支配することである。この支配意識は、その構造を熟視すること、

吟味すること、

試用すること、

不完全なるものは修理すること、

度々使用すること、

等によつて強められるものである。

これと眞反對に、自分が或る目的のために選んだ器具や装置は、それが割合に不備であつても目的に沿ふ様に使用し、相當の結果を擧げ得ることが出来る。而も此の場合見逃がすことの出来ないことは、この場合に於ける心の働きである。前例の續きとして、登山の際の

食事に於て箸と水筒を忘れたとする、木の枝で箸を作り、ふきの葉で谷川の水を飲まなければならぬ。この場合箸を作る植物の種類は何である可きか、選んだ植物は毒植物ではないか、太さ長さは如何であるかに就てまで考へねばならぬ。斯くして得たる箸は自分がすつかり支配して居る。正しく前例の西洋料理のフォークの態度とは違つて動的であり發展的である。

これ等兩者の例は餘りに極端過ぎた憾はあつたとしても、私の今の考へを述べるには充分である。要するに特別装置は十分の結果を得る長所はあるけれ共、發展性をにぶらせる。これに動的性質を帯びさせるには、これを支配して居る心の態度になれるまでの理解を與へねばならないことを述べたのである。

(2) 装置が作用に及ぼす影響

物理實驗に於てもさうであるが、殊に化學の實驗に於ては装置が作用に與つたり、作用の結果を不純ならしめる様のことがあつてはならない。これに關しては化學の定量分析などをする人は實に敏感である。これ等の人の様にでなく共、宜しいけれ共、嚴密に考へればさうなければならぬといふ考へは常に持つて居なければならぬ。

吾々小學校の理科實驗に於て装置が作用に及ぼす影響として第一に考へねばならない

ことは、装置に用ふる部分品の絶對清淨といふことであらう。吾々は肉眼的に見得る不潔に就ては、注意に上るからこれを容易に除去することが出来るけれ共、肉眼的に見得ないもの、附着に就ては氣附かずに過す場合が可なり多いのである。斯様に不潔なものを氣附かずに使用すると、單に結果が悪いといふだけではなく、仕事のやり直ほしをせねばならぬ様な場合も出來て、材料と勞力の不經濟となるのである。殊に敏感な試薬を用ひる様な場合には注意を要する。これを小學校の教材に就て見ると、

水を凍結せしむる場合

溶液を電氣分解する場合

飲料水の検査の場合

比重測定の場合

試薬を取扱ふ場合

焰色反應の場合

の如きはその主なるものである。

第二に吾々は水の附いて居るのを不潔と見ない傾向がある。これは日常生活に就て考へた場合のことで、理化實驗そのものから考へて見ると、水も亦立派な材料である以上、これ

の附着は不純と見る可きは當然のことである。水の附着した用具装置が作用に影響する場合の主なるものは

鹽化水素の捕集

アンモニヤ瓦斯の捕集

炭酸瓦斯の捕集

の場合の様に、水に溶け易い氣體の捕集装置は乾燥して居なければならぬ。

第三には装置をなせる材料が作用に影響する場合がいくらかもある。吾々は實驗に用ふる用具として手近い器具やそれ等の器具を用ひた装置によることを望ましいこととして居るが、この場合には教師はその材料の何たるか、實驗材料の何たるか、その作用の有無如何を考察してす可きである。吾々の臺所にある物で醫療室用の器具用具にアルミニウム製品のないのは何故であるか。これは考へて見れば直ちに判ることである。臺所では水銀化合物を用ひる様なことは絶對にないと見てよらしい。時に弱酸が用ひられる位であるに反して、醫療室では昇汞が盛んに用ひられるからである。斯様な譯であるから、手近いものを利用する場合にも酸と化合し易い金屬製品、エナメル、ニスその他溶解し易い塗料の用ひてある器具、その他實驗材料と用具製造の材料との關係を充分に考察する必要がある。

(3) 作用が装置に及ぼす影響

装置が作用に及ぼすと同じ様に、又はそれ以上に作用が装置に影響する場合が澤山ある。この場合特に注意せねばならないことは、結果が思はしくないといふだけではなく、危険を起す場合が往々にしてあるといふことである。長たらしい説明をするよりも、實例をあげた方が明瞭である。

a 材料がこびりついて取れなくなるもの

材料が化學作用のためにこびりついて取れなくなり、そのために装置や装置の一部分が駄目になることは幾らもある。酸素の實驗に於て、鹽酸加里と二酸化マンガンを混じて熱し、そのあと冷却させると固まつてフラスコの口から出なくなり、火箸でツツけばフラスコが破れるといふことになる。又硫黄の實驗に於ても同様のことがある。

b 装置をおかすもの

鹽素の實驗でゴム管を長くして置くと、それに用ひたものは脆くなつて後に使へなくなる。これ等はさけることの出来ないものであるから、豫めその用意がなくてはならない。

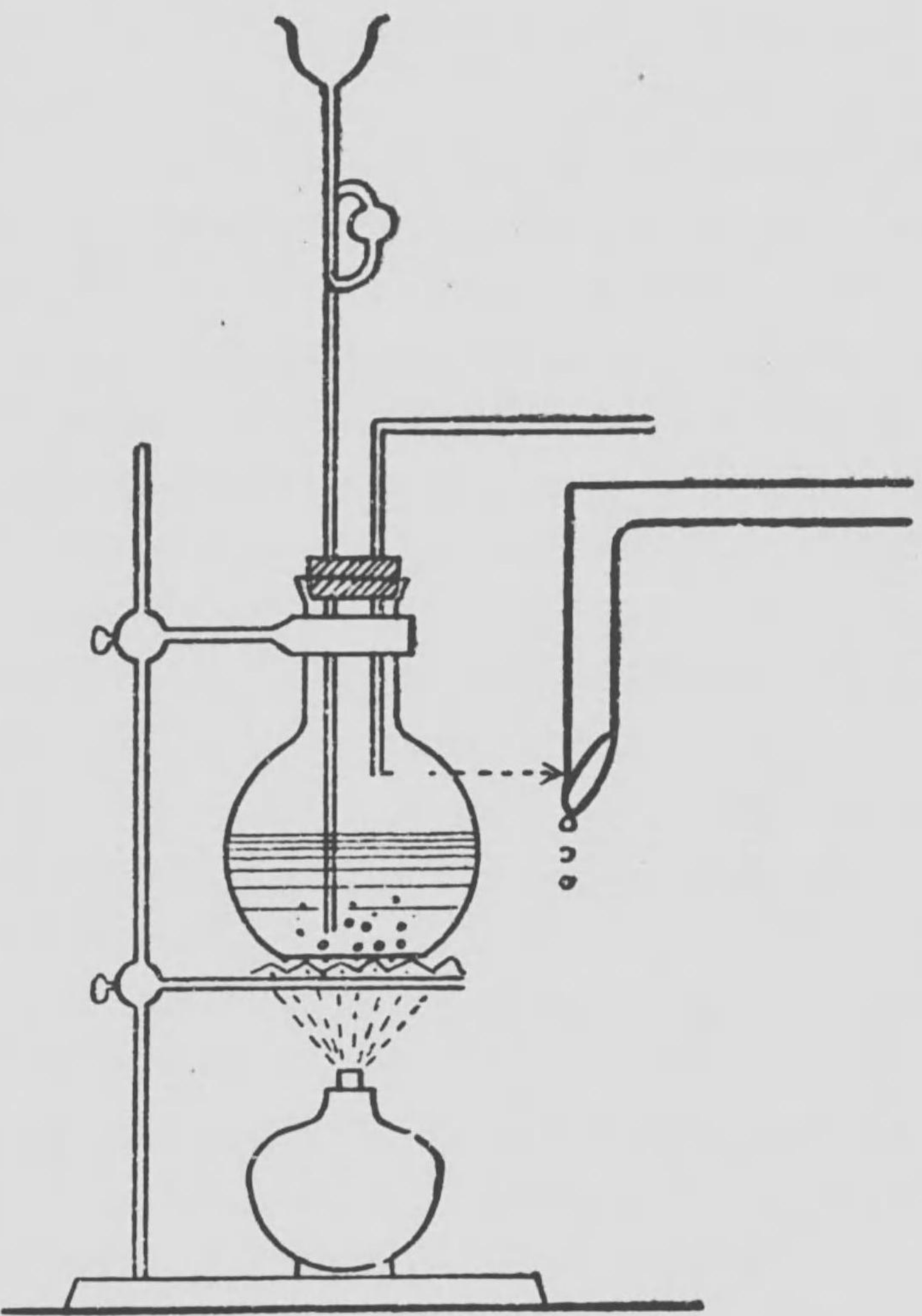
c 爆發性沸騰性のもの

化學作用の中には作用が激烈である時装置を割ることがある。例へば水素を細口の容

器中で燃焼した場合、爆發的に行はれて器具装置を破裂せしめる。この様な爆發性の瓦斯のみならず、沸騰性のものが溢れたり、氣泡を盛んに發生して作用するものが溢れたれたりする場合も可なり多くある。

d 逆流性のもの

よくある例であるが、鹽化水素の實驗に於て、又はアンモニヤなどの實驗に於て、發生器に連なる導管を、水中に挿し入れると水が逆流することがある。これは瓦斯が水に可溶性であるからである。可溶性でなく共加熱して瓦斯を發生せしむる装置に連なる導管を液中に導き置き、加熱を停止すると、フラスコの



冷却に伴ひ水が逆流することがある。

逆流で注意を要することは、圖の如き装置で瓦斯を捕集して居る場合導管が著しく細い

場合又は導管をなせるゴム管が折れて居た場合、その他發生瓦斯の通じが悪い時には液を注加する漏斗へ液が噴出的に逆流することがある。安全漏斗等を使用する實驗装置にあつては、漏斗には強酸などを注加される場合が多いのである。こんな場合噴出されては危険である。

この類の装置で思ひついたのであるが、導管が凝固水滴のために閉ざれて、これが導管を傳つて瓦斯と共に捕集器中へ流出する場合もある。斯様な場合には、捕集器に連なる硝子管の端を圖の如く斜に切つて置くことが必要である。水素發生點火實驗などの時に用ひて便である。

。發熱のために装置を損ずる場合

作用が激しく行はれる場合には、發熱を伴ふことがあり、その熱によつて装置をなせる硝子その他を損ずることが幾らもある。強酸の混合、稀釋、作用の著しい藥品の化合等はそれである。これ等は作用を調節して徐々に行はしむ可きである。

これに類するもので、加熱により作用を促進して居る場合、沸騰による流出物が加熱部分に垂れて装置を悪くすることもある。例へば石炭乾溜に於けるタールの類である。發生装置を倒立せしめて置く如きは、その害をさけるためのものである。

(4) 實驗操作力と装置

實驗は何と言つても一の筋肉作業である。して見れば、筋肉活動の發達と相伴はなければそれは空論に終るものである。この點小學校の實驗装置の使用に就て考へねばならないと思ふ。現在市販の装置中には、矢鱈に効能書の多い、複雑な萬能的なものがある。説明を聞いて居る分には、感心の外はない。けれ共その説明にほれて、これを買ひ求めて兒童に使はすことは考へ物である。それがためには別の方面から考慮がなされなくてはならない。即ち子供の操作能力は如何かといふ點についてである。

所で、茲に一つ疑問となることは、装置は兒童の筋肉的な操作能力だけを標準として定めてよいかといふことであるが、茲には子供の頭の働きと手の働きの關係なることを考へねばならない。理解することは出来ても、操作の出来ないものは幾らもある。例へば化學教材に於ける定量的の方面、物理に於ける測定的の方面の如きはそれである。つまり微細筋活動を必要とする操作と力量超過の作業にあつては、操作能力が限定される。けれ共頭は働く。茲にも教師實驗と兒童實驗との岐れ目が出来るのである。

(5) 装置になれしむること

理化教授に於て實驗を喜ぶ可き筈のものに、教師もこれをきらひ、子供もきらふことがあ

る。これは下手だからしない、しないから下手になるといふ様に、この二者が原因となり結果となつて、遂にきらふといふことになるのである。かうなると態度が増々悪くなつて、遂には教師の側では理科は講義をする方が早い、子供の側では色々な骨折りをするよりも聞いたる讀んだりの方が早道だと考へる様になる。これは實に遺憾なことである。

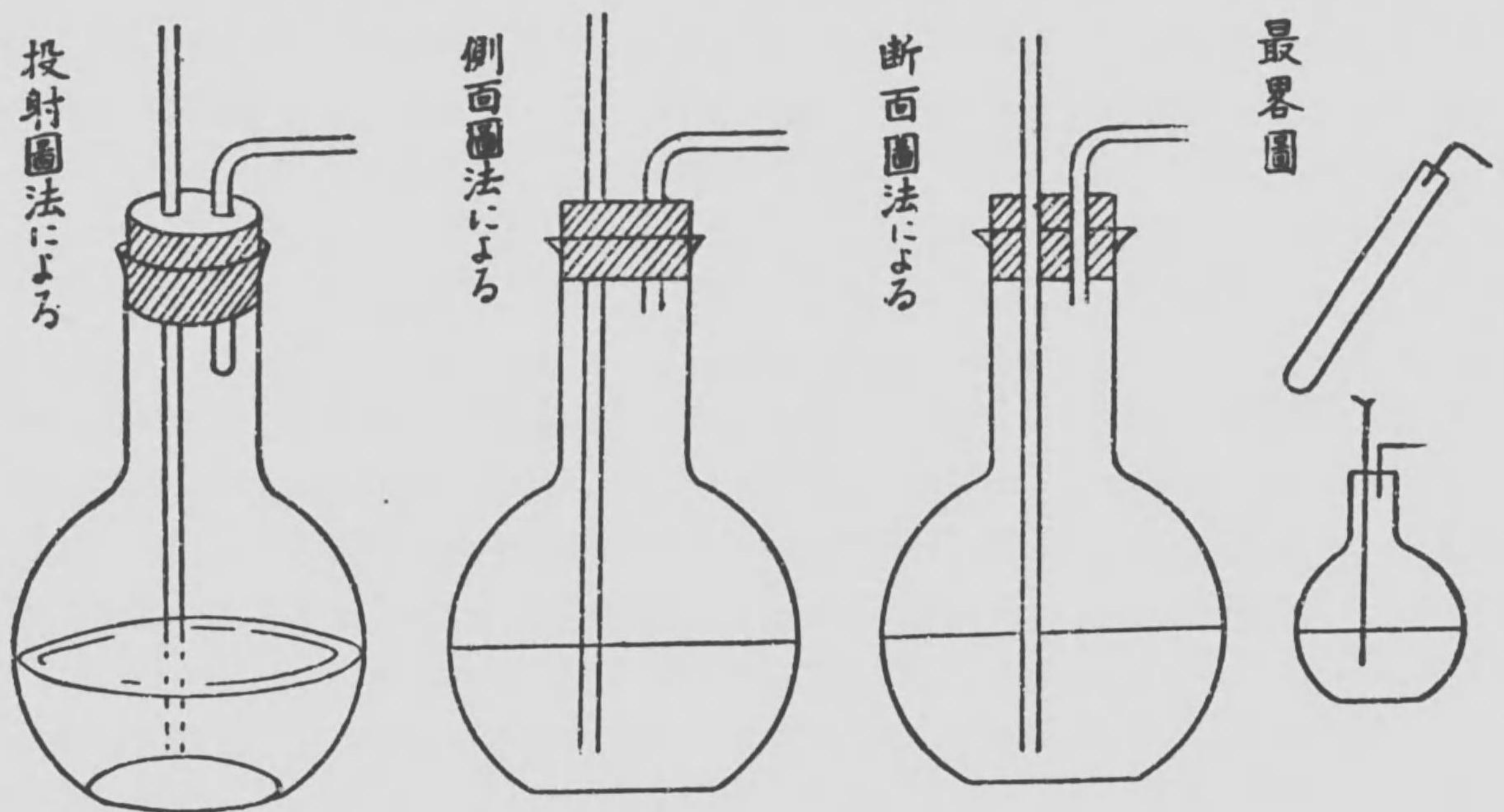
小學校の教科中反覆練習の機會の少い教科は理科だと言はれる程に、教材が毎時變化するが、それに反して實驗裝置中には反覆されるものが可なりに多い。例へば博物教材に於ける顯微鏡や觀察用具の使用法、化學教材に於ける發生裝置の組立、物理教材に於ける加熱裝置等の如きである。これ等になれしめることは裝置訓練の上に効果の多いものである。

(6) 裝置と圖解

裝置は一の計劃である。この計劃は實際裝置を行ふに先だつて頭の中で、次に圖解上で考へられねばならない。斯様に裝置と圖解と計劃とは密接不離の關係にある。

吾々は裝置圖によつて計劃を評し、裝置圖によつて裝置の實演を容易にすることが出来る。圖解の貴い所はこゝにある。實驗書には多くの圖解が見受けられるが、これは全く圖解によつて裝置を助け、操作を暗示せんがために外ならない。

吾々が實際授業に實驗法や裝置に對して長々しい説明を試み、問答をなすことがあるが



第一章 一般的方法

圖解に氣附いた時に、それ等は實に野暴であつたことに氣附くことがある。

扱裝置圖には色々ある。先づ精圖と略圖に就て考へて見たい。本來理科の圖は藝術的のものではないから、正確とデテルを必要とするから、精圖の方が一般に宜しいことは言ふまでもないが、略圖必ずしも價値の低いものでないことを記憶せねばならぬ。

- 1 精圖は複雑に過ぎて却つて略圖の方が兒童に判りよい場合がいくらかもある。殊に物理の裝置圖に於てさうである。
- 2 略圖は速かに描くことが出来るから、説明しながら描くに適する。
- 3 略圖は子供に圖解せしめるための模範に適する。

圖解は單に圖だけではなくて、簡単な説明を挿入することによつて實驗法を示すことが出来る。

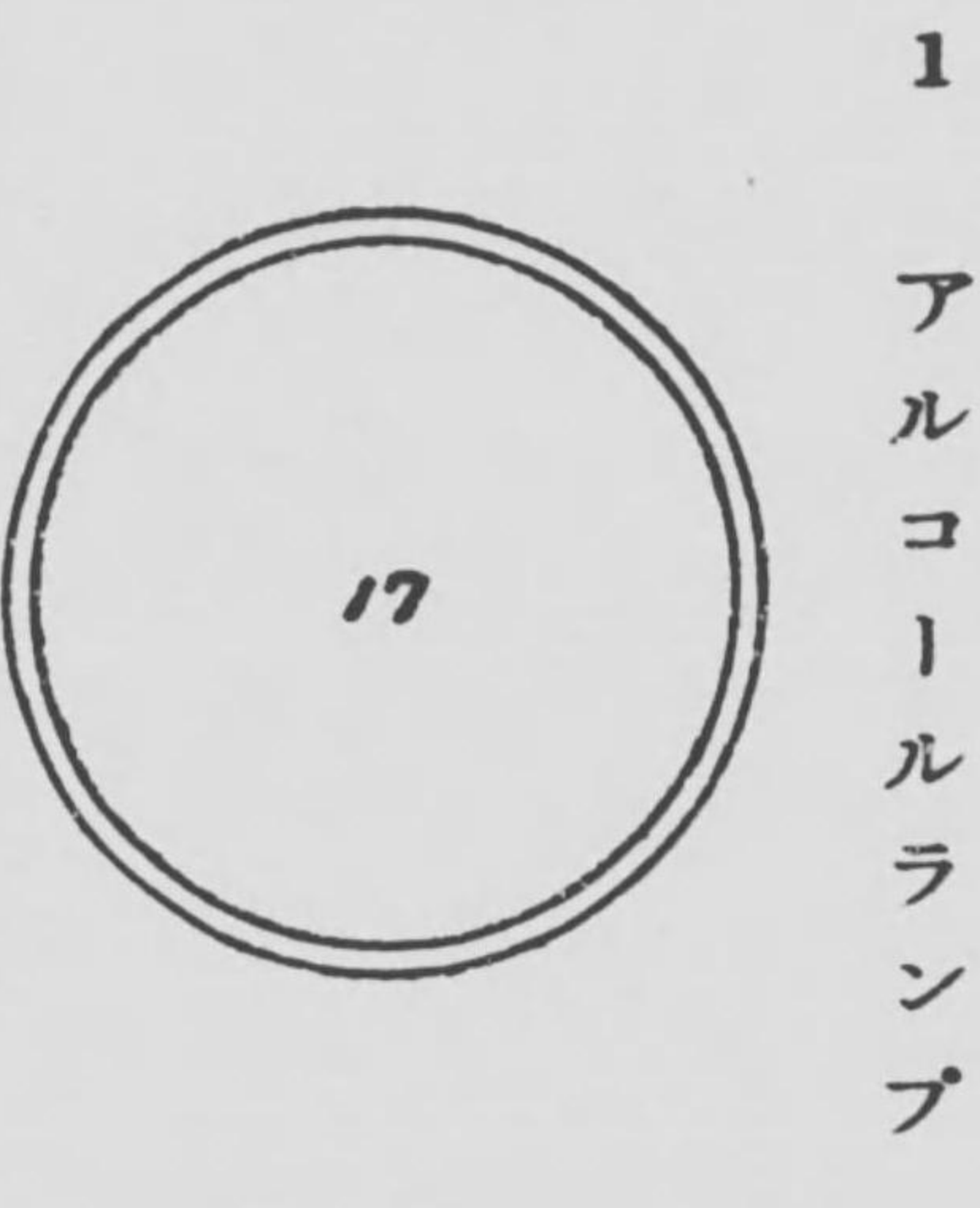
(7) 装置用具の準備に就て

實驗の装置は實驗の目的によつて、各々異つた計劃考案がなされるものであるから、豫めこれをどうして置くといふことは出来ないけれ共、どの装置にも共通する様な部分品とその用法がある。これを統一して置くことは装置をなす上に最も大切なことである。その主なるものは

- 化學實驗用具
- 光學實驗用具
- 力學實驗用具
- 電氣實驗用具
- 博物實驗用具

等である。

一例を化學實驗用具にとれば、装置組立のパートとして次の様なものを用意しておくことが必要である。



- | | | | | | | | |
|----|----------|----|--------|----|--------|---|------|
| 1 | アルコールランプ | 2 | 試験管 | 3 | 試験管立 | 4 | 試験管挟 |
| 5 | レトルト臺 | 6 | ゴム栓 | 7 | ゴム管 | | |
| 8 | 曲硝子管 | 9 | 直硝子管 | 10 | コップ | | |
| 11 | ビーカー | 12 | 硝子棒 | 13 | 捕集用廣口瓶 | | |
| 14 | 硝子蓋 | 15 | ローソク立て | 16 | 水槽 | | |

注意 2 3 4 6、6の穴、7 8 9の徑、13 16の徑は統一あるを要す。

(8) 装置と理科的考察との關係

装置が理科實驗上如何なる重要な地位を占めるかに就ては論じ來つた所であるが、茲で今一應装置の價値に就て理科學習といふ點から考察して見たい。

装置は實驗目的に應じて計劃されねばならないが、兒童に操作せしむる場合操作能力を超えてはならない。装置の簡易を希ふ所以は簡なる勞力や經費の經濟ばかり

ではなく、兒童の理料的考察力を敏活的ならしめんがためである。

装置に對する操作能力と理解能力の間には、同一發達の兒童にあつても相違がある。操作能力を超えた装置は教師用とするがよいが、それも兒童の理解能力を限度とせねばならない。

結局装置は常に兒童に支配されて居なければならぬ。

一九 豫備實驗の意義

實驗を指導しやうとするには教師がその實驗に通じて居なければならぬ。吾々は兒童の理科實驗指導をする前に下實驗と言ふか豫備實驗と言ふか、兎も角も一度實驗をして見る。この下實驗は色々の意味を持つて居る。理科の教師には擔任時數を減ぜよといふ要求がどこでも出る。これは私は尤もな要求であると思ふ。これは私が理科の教員なるが故に言ふのではない。客觀的に公平に考へて見ても當然の要求であると思ふ。一時間の理科の授業は二時間の授業に相當する。それは下實驗、實驗準備、實驗の後始末等に要する時間と勞力を加算せねばならぬからである。

話は脱線した様であるが下實驗には如何なる意味を持つか、それに就て少しく考案して見たいと思ふ。

1 計劃した通りに實驗が行はれるか否か

これは實驗としては一番肝要なことである。自分が考案し、参考書その他に就て研究し、計劃しても、それが實際に於て可能であるか否かは第一の問題である。實驗に於ては机上の空論といふ様なことが實際にあり得るのである。殊に最近に於て實際經驗があれば、確實であるけれ共、經驗の遠い場合や初經驗の場合にはこの危険性が多いのである。實驗書は著者の不親切といふ譯ではないけれ共、實に概略的に書かれて居るために、その通りにすることになると言葉の行き違ひ等から、とんでもないことを出來すことになる。私が最初の赴任地の小學校の理科室の天井が黒く焦げて居た。不審に思つて古參の先生に聞いて見ると、ナトリウムが爆發して飛びついて焦げたのであるといふ。成程ナトリウムを水中に投ずる實驗法を實驗書に就て見ると、小片を水に投ずれば盛んに水素を發して云々と書いてある。この小片といふ片の程度を示して居ないとすれば米粒大とも考へるであらうし、氣の大きい人になると拇指大位に考へるかも知れない。この實驗者は少く共、指頭大位に考へて水槽内の水中に投じたものと考へる。さうでないと思ふ。これは實驗の不能可能の問題ではないけれ共、計劃通り行かないものだといふ例にはなり得る。斯様な次第で實驗が可能な

りや不能なりやに就て検査する意味に於て下實驗を必要とする。

2 下實驗を行ふことに依つて實驗要領を會得出来る。

實際に行つた經驗は一番貴いものである。言葉の先や文字の上ではその要領を盡すことはどうしても出来ないけれ共、實際に行つて見ると言葉に表はすことの出来ない要領を會得することが出来、それが子供の實驗指導の要領となり、適切有效の指導をすることが出来るのである。この意味に於て教師が下實驗するならば、兒童と同一の器具により装置によつて、兒童に使用せしむると同一の材料を用ひて、自分が子供である積りになつて下實驗をすることが必要である。特別な實驗を行つては餘り有效ではない。

3 下實驗を行ふことによつて準備品の完全を期することが出来る。

理科の準備はどんなに精密に考へた積りでも手落があつて困るものである。けれ共自分で一度實驗して見ると、全くこの手落がないといつてよい。理科實驗に於ては水も燐寸も實驗上無くてはならない材料である。然かもそれ等は輕視されて忘れられ易い傾向を持つて居る。下實驗をすればこれ等を忘れることはないのである。何故かならば下實驗臺上のものを全部準備すればよいのであるからである。

4 下實驗をすることによつて材料用具の吟味が出来る。

理科の實驗はどこに如何なる不備があつても全く駄目になるものである。試薬としての石灰水の様なものとか、用具としての蠟燭の尻の穴に到るまで吟味して置かないと不結果に終るものである。殊に藥品類の中には有効限度があると見てもよい様なものがあるからである。粒狀亞鉛大理石粒の様なものになると萬年材料と見てもよいけれ共、苛性曹達、生石灰、炭酸加里、鹽化カルシウム、鹽化マグネシウム、燒石膏の様なものゝ類になると間に合はなくなつて居る方が多い位で、前以て吟味して置く必要がある。この吟味は豫備的下實驗によつてなされるのである。

5 下實驗によつて實驗に對する所要時間を正確に豫定することが出来る。
自分が單獨で實驗する場合には左程までに正確なる時間の豫定を必要としないけれ共、兒童に實驗を行はせ、又は兒童の前で限られた時限中に纏まつた仕事をしなければならぬことになると、時間の豫定は中々必要なことである。これも教師がするものとしてではなく、兒童實驗とする場合には兒童に實驗せしむるのとして時間が豫定されねばならない。

6 下實驗によつて仕事の組合せ順序等を計劃することが出来る。
實驗が連続して行はれる場合、それ等の仕事の組合せに就て考へることは時間と勞力の經濟上、又は材料の經濟上重要なことである。

例へば硫酸の性質作用の實驗に於て、理論的に考へると、

一 硫酸の觀察的性質

- 1 硫酸は無色透明の液體
- 2 少し粘り氣を有し比重大なり
- 3 酸味及び酸性反應を呈す

二 實驗的性質

- 1 金屬と作用して水素を發す
- 2 動植物と作用してこれを腐蝕せしむ

といふ様な順序に實驗が計劃されるが、實際に實驗を行ふものとする、多少の順序變更をあへてしなければならなくなる。即ち少し粘り氣を有し此重大であることなどは、保存容器内に於て多量なるものに就て先づ觀察せしむるを適當とし、動植物と作用してこれを腐蝕せしめる如きは、加熱乾燥といふ様な手續を用ひないとすれば相當早くより作用せしめて置く必要がある。而も濃酸に就て行つた方がよい。酸味及び酸性反應等のことは金屬との作用のために稀めたる硫酸を今一層稀めてすればよいので、比較的後にする手順となるのである。

例は餘り適切ではなかつたけれ共、斯様な次第で、實驗の手順を定めるには自らが一度實驗を行つて見なければ判らないことである。

7 その他

下實驗をすることによつて材料使用適量の設定、器具装置の適否等に到るまで實際的研究が得られるのである。

理科の授業の準備として教材研究をすること、教案を作ること等も必要ではあるが、一番大切なことはこの下實驗であると思ふ。

二〇 兒童實驗案内書の價值

實驗理科教授が高唱される様になつて來たと同時に、實驗案内なるものの研究が盛んなされるに到つた時代がある。現今は餘り研究されて居ない様であるけれ共、それが學習帳であるとか、筆記帳であるとかいふ形式で實際に行はれて居るから、これに就て一言して見たいと思ふ。

第一にこの小學校の實驗案内書といつた様なものは何處から始まつて來て居るか、その流行は何に暗示され影響されて居るかに就て考へて見たい。それには第一に擧げねばな

らないことは明治末期から大正の初期にかけて、中等學校が生徒實驗要目を制定し、それに準據して實驗教科書の外に實驗書を作つて使用したことに影響されて居ると思ふ。一例によつて見るに

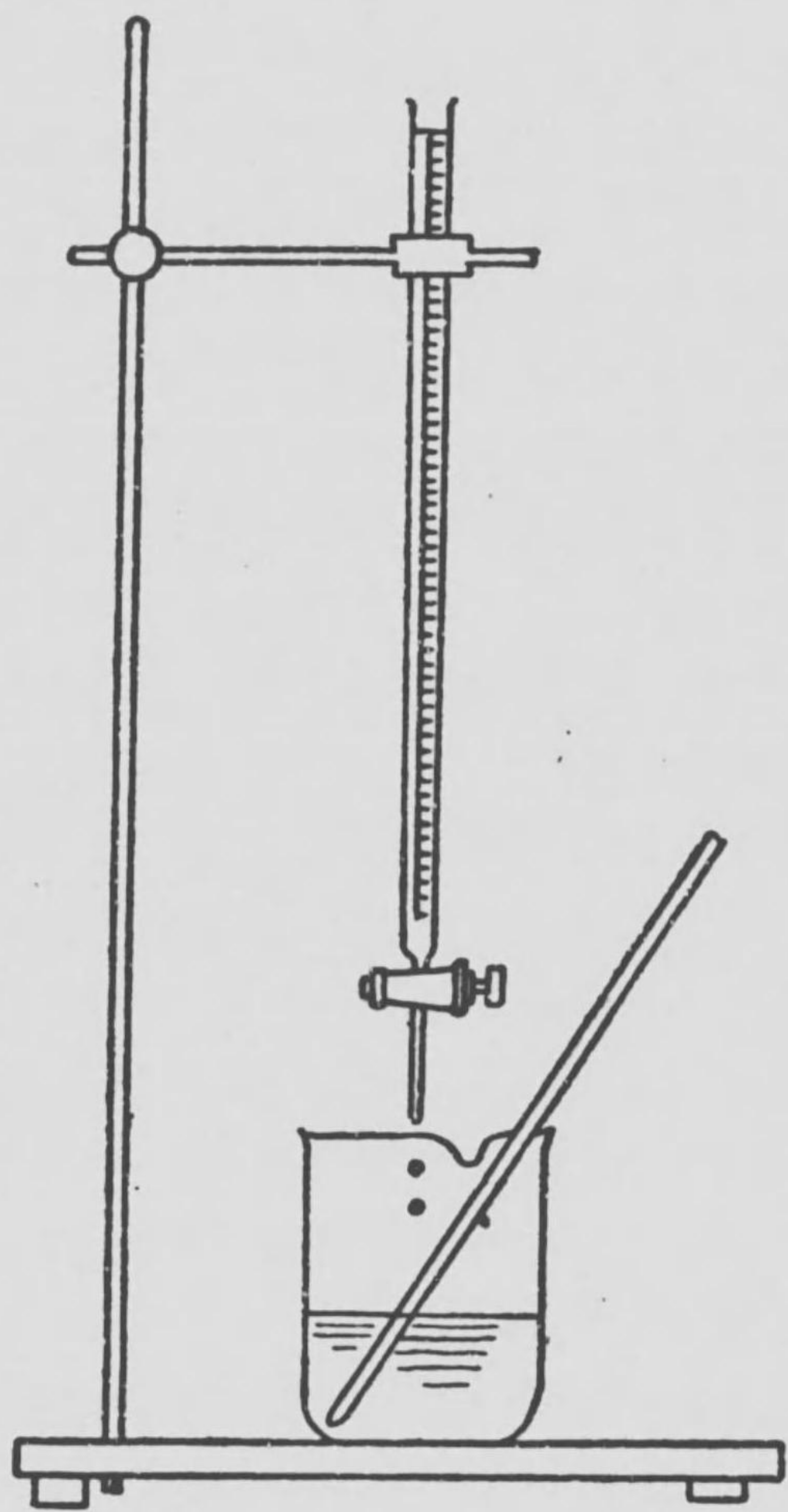
アルカリの定量

目的 與へられたる濃度未知なるアルカリ溶液の定量をなすを以て目的とす。

用具 ビュレット、ビュレット臺、ピーカー、硝子棒、フェノルブタレイン、十分一の鹽酸規定液、濃度未定のアルカリ液

方法

- 一、被檢アルカリ溶液を五〇ccだけ清淨なるピーカーに取り、フェノルブタレイン一二滴を加へ着色せしむ。
- 一、清淨なるビュレットに鹽酸の十分の一規定液を上部目盛零の線まで取り、これをビュレット臺に装置す



る。

三、ビュレットの活栓を開きて硝子棒にて攪拌しつゝ鹽酸を徐々に注加し、無色となりたる時に注加を止む。

四、同上の實驗を三回行ひてその結果を正確に求め、左表に記入すべし。

結果

鹽酸		アルカリ	
濃度 (e)	使用量 (v)	濃度 (c)	使用量 (v)
十分の一 ^I	cc	I	五〇 cc
十分の一 ^{II}	cc	II	五〇 cc
十分の一 ^{III}	cc	III	五〇 cc
平均十分の一	cc	平均	五〇 cc

参考

一、酸とアルカリは當量の割合にて中和す。故に一方の濃度と容量を知れば他の濃度を

算出することを得

二、濃度と體積の關係は次の如し、

$$CV = cV \therefore C = \frac{V}{V}$$

問題

一、被檢溶液の濃度及び體積の如何により可檢溶液を如何に用ふべきか。
 二、酸の定量法を前方法より導き出すべし。

以上は勿論小學校向きのもではなく、中學校向きのもとして私が假作したのであるが、斯様な形式のものが可なり多いのである。

さてこの形式のものを小學校に採用するとすれば如何なる結果になるであらうか。前記の實驗案内は

- 1 教科書があることを豫想して居る。例へば當量であるとか、規定液であるとか、瓦分子であるとかの知識があるものと豫想されてゐる。
- 2 讀書力が十分あることを豫想してある。これだけの文を読みこなし得るものでなければならぬからである。更に本文だけで出来ないものは教科書や他の参考書を参考すべきことを豫想して居るのである。

3 この種の實驗にならされて居ることを豫想して居る。例へばピレットを用ふることでだけでも容易なことではない。例へば、

- a、水洗ひをすること、
 - b、入れんとする液と同種同濃度の液で洗ふこと、
 - c、スケールの零度以上にまで満して零まで降して用ひ初めること、
 - d、注ぎ出し方、括栓の用法、
- 等の如き用法である。

4 本實驗書はなるべく獨立して實驗を完成する様に仕組まれてある。即ち結果の處理を要求して居る。

の様な構造になつて居るので、それ等の何れに就て考へて見ても程度を越して居る様と思ふ。即ちこの種の實驗書は相當の程度に達したものに有效なものではないかと思ふ。

更にこれ等よりもつと大切なことは、この實驗書は靜的固定的であるといふ點に於て子供には適しない。中學程度の生徒の様になつて仕舞ふと、努力的學習習慣も附いて居るし、教材は如何にあらうとも内的學習欲のために心の動きがあるから、自分で教材を動的にするけれ共、子供ではそれが出来ない。外部に動かされ影響され易いから、教材が靜的であれ

ば子供の活動も靜的となる。

話は先へ戻る様であるが、中等學校實驗案内書を見ても、教師用の實驗書を見ても、外國の實驗書に眞似てある點が非常に多いことである。これはこの方法の發達が先進國たる外國に眞似ることは當然のことであると思ふが甚だしいのになると、器具裝置までそつくりそれでなくてはならない様に出來て居るものもある。それは如何かと思ふ。私はこれ等の點は日本化する必要があるのではないかと思ふ。只その要項位は参考にしてよいと思ふ。左に實驗書としての普通の形式を擧げて見ると、

1. Aim (目的)
 2. Preparation (準備)
 3. Method (方法)
 4. Observation (觀察)
 5. Result (結果)
- などであり、その他

Teachers story (教師の説話)

Supplementary reading (補充の讀物)

Exercise (練習)

Notice (注意事項)

などの附いて居るものもある。

第二には現在行はれて居る小學校向の實驗案内書にはどんなのがあるかに就て考へて見たいと思ふ。その中でも一番多い様に見受けられるのが問題法による形式ではなからうか。即ち子供に研究させやうとする事項を、問題の形にして擧げて居るものである。これは教育思潮中問題法 (Problem method) によつたものであるらしい。例へば炭酸曹達の研究に於て、

- 1 炭酸曹達と苛性曹達の見掛上異なる點は何か、
- 2 炭酸曹達は酸か、アルカリかか、
- 3 炭酸曹達に鹽酸を作用せしめるとどんな變化が起るか、
- 4 炭酸曹達は何に用ひられるか、

等の問題を中心に、實驗研究を行はせやうと仕組んだものである。

次に多いのは記入式のものである。矢張り炭酸曹達に例をとつて見ると、

題目 炭酸曹達

一、性質
 色 〓
 形 〓
 味 〓
 水に對して 〓

二、溶液の性質
 試験紙に對して 〓
 すべり 〓
 味 〓

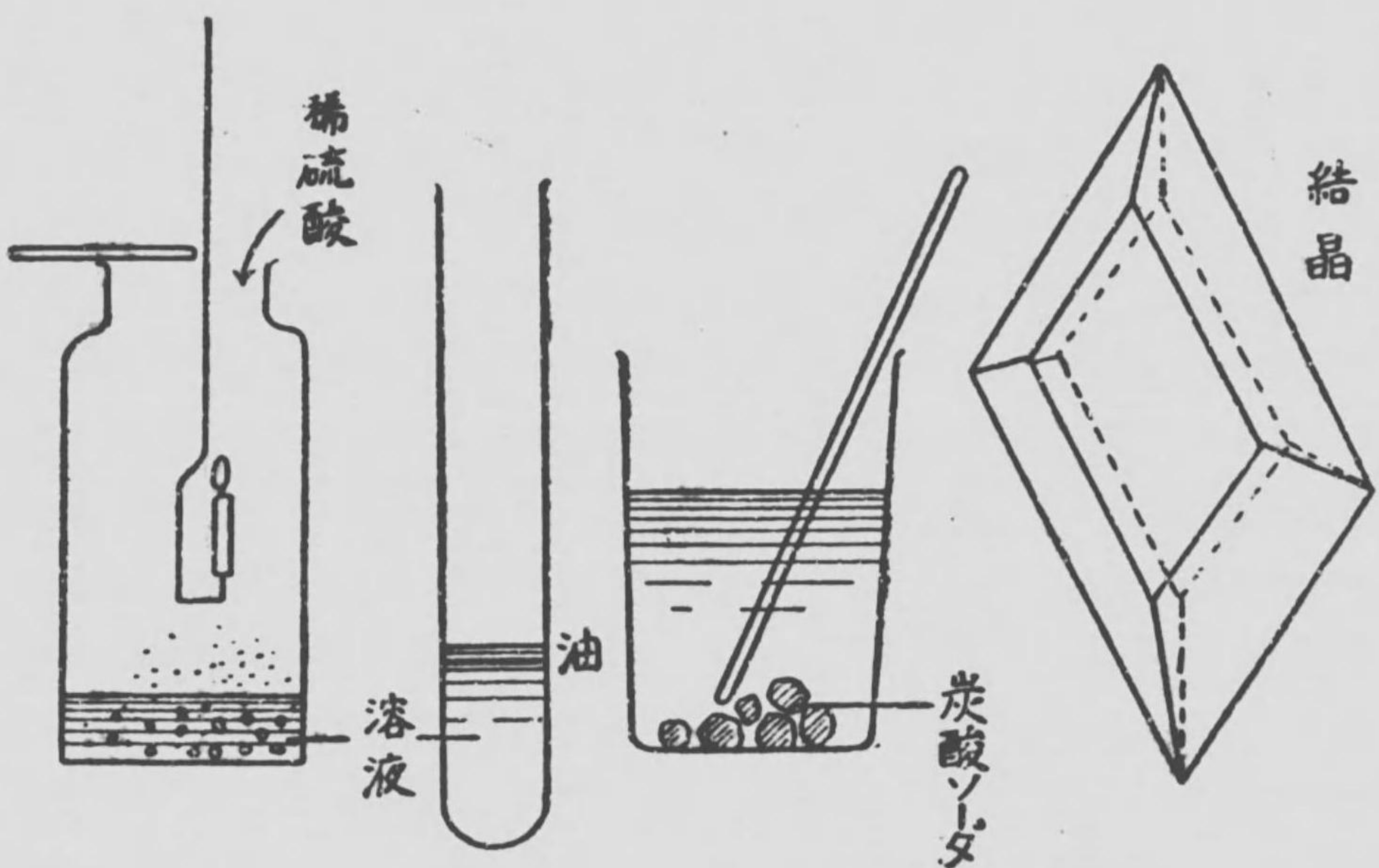
三、作用
 油氣 〓
 皮膚 〓
 鹽酸 〓
 金屬 〓

四、製法 〓

五、用途 〓

これもプロブレムメソッドに似たものである。この記入形式の中には斯様なものでなく、填字式に出来たものもある。例へば「炭酸曹達の溶液は 色試験紙を 色に變ぜしめる。」とか「炭酸曹達溶液は 性の反應を呈する。」とかいふ類である。

次に見受けられるのは實驗作業を中心に問題法や記入法を加味して居るものである。



その同例を示すと、上圖の如きである。これ等は如何なる形式によつて示されてあるにしても大同小異であつて、別段大した効果のあるものとは思はない。むしろどうかすると兒童の活動を制限拘束するもので、却つて自由な發展性を妨害するものと見られる。

二二 危険な實驗

小學校では理科教材の選擇の主要な要件として、危険の伴ふ様な材料は採らないことになつて居るから、専門的研究を主とするものゝ様に危険を伴ふ場合はない筈であるけれども、それでも材料そのものに幾らかの危険性の伴ふものがあり、又研究者が子供であるために、技術の拙劣から来る危険性も皆無とは言はれない。この點は實驗者、實驗指導者共に考慮せねばならない點である。

1 劇毒性ある材料の危険

實驗には間々劇毒薬を使用せねばならない場合もある。それには充分の注意を要する。注意と言つても單に無闇に恐れさせようといふ意味ではない。その理由を教へて理解した上で使用せしめようといふ意味である。それと同時に劇烈性、有毒性は分量によつて差異があるから實驗の目的から考へて見て、有效限度に於て稀薄にせるものを供給すればある程度の害をさけることが出来る。

強酸

強酸は有機質に激しく作用するから危険なのである。時には作用の激烈であるために危険の伴ふ場合もある。例へば硫酸の稀釋操作に於ける發熱の如きである。

強アルカリ

苛性加里や苛性曹達も、強酸の場合と等しく取扱ひの注意を要する。有效程度に稀め、それでも危険性ある場合には取扱の注意を豫め教ふ可きである。

2 有害瓦斯

瓦斯又は發散蒸氣が有害なるものが小學校の實驗材料中にも可なり多い。鹽素、沃素、酸化磷、鹽化水素、亞硫酸ガス、アンモニヤ瓦斯、炭酸ガス、石炭瓦斯、青酸加里、二硫化炭素、その他列

舉すれば可なり多い。これ等はドラフトチェンバー式の換氣室に装置を入れる様にするがよい。止むなく露出した場合には、不必要な時は室外に出す様にし、又實驗中の換氣を計らねばならない。

瓦斯中でも石炭瓦斯、ガソリンエア瓦斯の如きものに注意せねばならない。石炭瓦斯が漏れて瓦斯中毒をする場合が可なり多い。外界から理科室に入つて來た場合の如きは、臭氣がするから判るけれ共、居なれると瓦斯が漏れて居ても嗅覺が鈍くなつて居て、頭痛がしたり、その他の變調が來るまで判らないで居る様なことも間々あるのである。石炭瓦斯中毒の如きは中々治し難いさうである。花井博士も石炭瓦斯中毒でなくなつた位である。

3 器具の破損による故障危険

器具の破損は多く取扱ひの不注意によるけれ共、實驗の種類方法によつては破損し易いものもある。斯かる場合は出来るだけの豫めの注意と破損した場合に危険のない様にすべきである。

例へば化學實驗に於て稀硫酸を作る場合の如き、厚硝子器、メスシリンダの如きを用ひると化合熱のために割れ蒸發の實驗に於て蒸發し盡す際の火加減によつて器物を割つたり、乾いたゴム栓、コルク栓に硝子管を通すと硝子管を折つて手に硝子を刺したり、冷えた容

器を急に熱すると割れたり、持ち悪い器物、大型過ぎるピーカーやコップ又は試薬瓶の如きを取扱ふ時などよく破損の伴ふものである。

4 火傷し易い材料方法

實驗中兒童が火傷をしたり、熱いと言つて持つて居るものを投げ出したりすることがある。熱せられて居るものと冷え居るものとが観て區別が附けばそんなことはないのである。これより外ないのである。

火傷に就て注意せねばならないのは燐の火傷である。それは中々治らない。治らなければかりではなくて段々深くなる傾向を以つて居る。次に冷え悪いために豫想外れをするのは脂油類や泥狀物である。次に火傷の原因となるのは硝子細工の際である。硝子は透明で冷たい感じがするから熱せられて居てまだ冷えないといふことを忘れるのである。火箸、試験管挾等によつて火傷する場合も少くない。

火傷の今一つの原因となるのは沸騰の際の噴出物である。試験管で液を沸騰すると噴出して、これが皮膚にかゝつて火傷する場合がある。試験管に液を入れて熱する際は決して他人の方に管口を向けぬ様に平生訓練しておくがよい。沸騰せる試験管口はピスト

ルの筒口位に思はせて置いてよい。液体の性質や熱し方にもよるけれど、透明な液体だけを熱する時には、固形物を入れて煮る場合や粘性あるものを煮る時よりもより爆發的に沸騰する様である。

5 發火性引火性の材料

自然發火する様な材料の取扱ひは餘程注意せねばならない。その最たるものは黄燐である。黄燐は水の中に保存し、水中で切り、用ひた器具に附着せる黄燐は全部焼失せしめ、廢液は危険のない場所に捨て、拭ふに用ひたる雑巾類は特に注意する必要がある。

ナトリウム、カリウムの金屬も水と化合すると化合熱のために發生水素に點火して燃焼を起す場合がある。常に石油中に貯へ水と觸れしめない様にし、極めて小片を使用する様にせねばならない。大粒を水中に入れたりすると爆發的に作用して危険を生む場合もよくある。

鹽酸加里の如きものはショックを與へると爆發する性を有して居る。火藥、その他の爆藥類は性質がよく似て居るから、取扱ひの注意が極めて大切である。

引火性の大きなものではエーテル、アルコール、二硫化炭素、爆藥類、ガソリン等であるが、これは第一に火に近附けないことが必要である。一メートル位も離しておけば先づ安全で

あらう。火を引くといふのは第一に發性瓦斯が可燃性であるからだから常に栓を施して瓦斯が發散しない様に考ふ可きである。

發火性の強いものに就ては豫め注意す可きであるが、不幸にして過つた場合にはその處置を知らねばならない。水によつて起つたもの、比重の小なるもので水と混合されないものに水を用ひても無効である。斯かる場合には却つて乾いた砂狀物粉等を用ふる方が有効である。理科室には常にバケツ一杯位の砂を準備して置く必要がある。第二には發火燃焼の繼續には酸素を必要とするから、直ちに焰を覆ふ様の方法を講ず可きである。カーテン上衣等を覆ふ如きはそれである。

兒童實驗と火事といふ様なことは未だ多くを聞かないが、これは先づ悦ぶ可き現象であらう。(しかし或は悦ぶ可きことでないかも知らない。過失には過失率といふものがあるであらう。爲さない實驗には過失がないとも考へられる。子供が自發的に實驗しないから過失もないのではないかとも考へられるからである。)實際社會の事といふものは、殊に新規な事業は、殊に教育の様な功利的結果に直接關係の少ない事業にあつては、そのスタートに於て失敗があると、假令その仕事が非常に有效なものであつて見ても、一も二もなく全部が葬られる様な結果になり易いものである。例へば遠足に渡船して船が轉覆して溺死

者を出すと、その學校では子供は絶対に船には乗せないとか、ブランコで大怪我をすると、その學校には運動道具を設備しないと、水素の兒童實驗に爆發負傷をさせると學校では兒童實驗は一切させないと、これに類することが澤山ある。これ等は、その時の關係者のみにあつた突發事項ではあるけれども、共々さうは見られないで、事柄そのものに必然的に隨伴する既定の現象であるかの如く思はれて、全部が減去されることのあるのは實に遺憾である。この點は小學校の理科教師も餘程注意せねばならないと思ふ。子供に引火性物質發火性物質を材料とする兒童實驗を行はせると、面白がつて止めない。もしその材料が揮發油や火藥の原料花火の原料の様に比較的容易な手続きによつて蒐集し得られる様なものであるとすると、家庭でも自ら實驗をしたがる。家庭ではそれに對する教育的理解とこれを啓發する熱誠と努力とが足りない場合、便利主義によつて禁止する。斯く禁止された子供は止まれぬ慾求を満たさうとして、人の居ない所でかくれて實驗するといふ様なことになる。と、遂ひ過失をするといふ様な経路に落ちて行くのである。

此の點教師は豫め教育的に考へて、止まれない慾求は務めて學校で満足させてやり、便利主義の立場からは

1 火の實驗は決して一人ではしなう。

- 2 許可を受けずにはしない。
- 3 かくれてせまい物蔭などではしない。
- 4 過失が起りさうになつたならば、他の助力をまつて、早く處置する。等の教訓を與へて置かねばならない。殊に子供に對する教訓は抽象的に一度教へて置けば何年も有効であるといふものではない。マツチを扱へばその授業の後に注意する様にした。エーテル、揮發油、石油、火藥等は、その主なる例である。

6 有毒固形材料

固體材料でも可なり有毒なるものがある。小學校では餘り用ひない材料であるが砒素化合物、水銀化合物は猛毒である。その他硫酸銅、重クロム酸等色々ある。

斯様な材料を取扱ふ時は、必ず直接手で觸れないこと、手に觸れたならばよく洗ふことなどが必要な注意である。

7 感電し易い材料

小學校では實驗に電流を使用することが少く、使用する必要があつても高壓電流を用ふる必要が少いから、感電による危険の如きは殆んどないと思つてよい。けれ共經驗の少い

ものには電壓の低い電流のショックに對しても恐怖して別に過失を生ぜしめる様なことが多いのである。直流交流共に百ボルト以上の電壓電流を使用する場合には注意を要する。

8 容器の爆裂によるもの

水素瓦斯をその最たるものとして、瓦斯が爆發し、そのために容器をなして居る硝子の様なものが飛散し、兒童に危害を及ぼすものに就て茲で述べることにしたい。

水素瓦斯は純であればおとなしく燃えるけれ共、空氣が混合すると爆發性を持つ。故に發生装置中に空氣の残らない様に工夫すること、捕集容器に空氣の存在せざること、捕集操作中に空氣の混合しない様にする事等が必要である。この中でも一番缺點の多いのは發生装置中に空氣が残つて居り、これを完全に排除することが出来ないことであり、捕集は減多に不完全なことはないものであるけれ共、貯藏して用ふる場合など、設備が、悪いために瓦斯が不純になる様なこともあるのである。發生装置から來る不備は密栓の不完全から來る場合が多い。

水素瓦斯を發生せしむる装置には

- a 稀酸と金屬の化合によるもの。

b ナトリウム、カリウムの如き金属と水と作用せしむることによつて發生せしむるもの。

c 水を電解してとるもの。

等種々あるが實驗室では(a)の場合によることが一番多い。

この稀酸と金属より水素を捕る装置中にも、

a キップ装置を用ふるもの、

b 試験管を用ふるもの、

c 叉狀試験管を用ふるもの、

d フラスコを用ふるもの、

e 二頸瓶を用ふるもの、

f ランプのホヤを用ふるもの、

g その他の簡易装置を用ふるもの
等色々ある。

a のキップ装置を用ふる方法は安全といふことにはなつて居るけれ共、使用度数の少い小學校の理科實驗などでは用ひない方が宜しいと思ふ。何故ならば、多量の水素を得るこ

とが出来れば、小學校ではそんなに多量の水素を燃焼用として使用する必要がないからである。半面危険といふ點から考へて見ると、装置が大仕掛けであるだけに、爆裂したとすると、その危険は他の装置に比して大であるからである。

b の試験管を用ふる方法は、少量の水素しか得られないけれ共、點火に伴ひ、誤つて爆發したとしても、栓が飛ぶ位で危害は小である。試験管が破裂するといふ様な程度に到らないのが普通である。けれ共、今一つ便利な様で不便なことは、發生の際に生ずる氣泡は空氣を排除して呉れるけれ共、甚だしきに過ぐる時は導管を通じて捕集器の方へ稀酸が流れ出ることがある。この程度を定めることが必要である。若し試験管を用ひるとすれば、八分試験管を使用するがよい。私は永年この装置で點火用の水素瓦斯を得て居るが、今に二十三年間一度も爆發させたことがない。

c の叉狀試験管を用ひるものは、亞鉛と稀硫酸を任意に作用せしめ得るから、發生に調節が出来る點が便利である。けれ共、發生器内の空氣を完全に除去するには、不便な装置である。

d フラスコを用ひると言つても、水素發生には加熱を必要としないから、平底フラスコ、又はウイレンマイエルフラスコを用ふるので、丸底フラスコを用ふる必要はない。この方法

は、發生器内の空氣の排除から見ても、萬一爆發した時の強さから考へても、餘り感心しない装置であるから、使用しない方が宜しい。

e の二頸瓶を用ふる方法は最も舊式で危険も亦一番多いから使用しない方がよい。その理由は明かであるから、説明を略する。

f のランプのホヤを用ふる方法は、一種のキップ装置と見ることが出来る。然かし萬一の場合にはキップの装置よりも軽度ですむであらうと思ふ。何故かならば、發生部分は圓筒であるからである。上には栓があるけれ共破裂するに到らずして外れるし、底も抜けて居るから爆發といふ様なことにはならない。然かし容器は何しろ厚硝子のみを用ひてあるのであるから萬一の事があれば危害は大であると見なければなるまい。

g の其他の方法中には、速通せる二瓶を用ふるものがある。これも一種のキップ装置であるが、發生器中の空氣を排除することは容易である。發生瓶を少々小型に稀酸容器を少々大型にして置き、一旦は發生器に充つるまで稀酸を送り、發生水素の壓力を以て適量にまで送戻しすればよいからである。

9 安全装置と安全實驗法

安全装置は色々工夫されて居るが、その多くは送致する導管の途中に加工されて居る。

導管の一部に金屬粉又は金屬細線を置き、焰が發生器に行かない様にするのである。爆音の實驗によると、混合瓦斯の全部又は一部分が七〇〇度以上となると爆發的に作用することになつて居る。然るに途中に金屬粉又は細線があると、熱の傳導の理によつて、金屬に熱が奪はれて、爆發程度に到らずに済むからである。

然かし如何なる安全方法を用ふるよりも、装置を工夫し、又不用意な點火をしないことが先決問題である。度々純否を試して少しも音のない様になつてから點火す可きである。試験は試験管に捕集點火し全く音を發せざるに到れる時を程度とするがよい。少しでも音のする間は點火してはならない。

又實驗装置の置き所にも注意す可きである。不幸にして爆發しても子供の方には硝子の破片の飛ばない様にすることが肝要である。装置を兒童に示す必要があれば豫め示して置いて、實驗中はさらけ出しておかないがよい。それとて箱の中の様な狭い所へ仕舞ひ込む必要もない。



10 装置上の特別注意

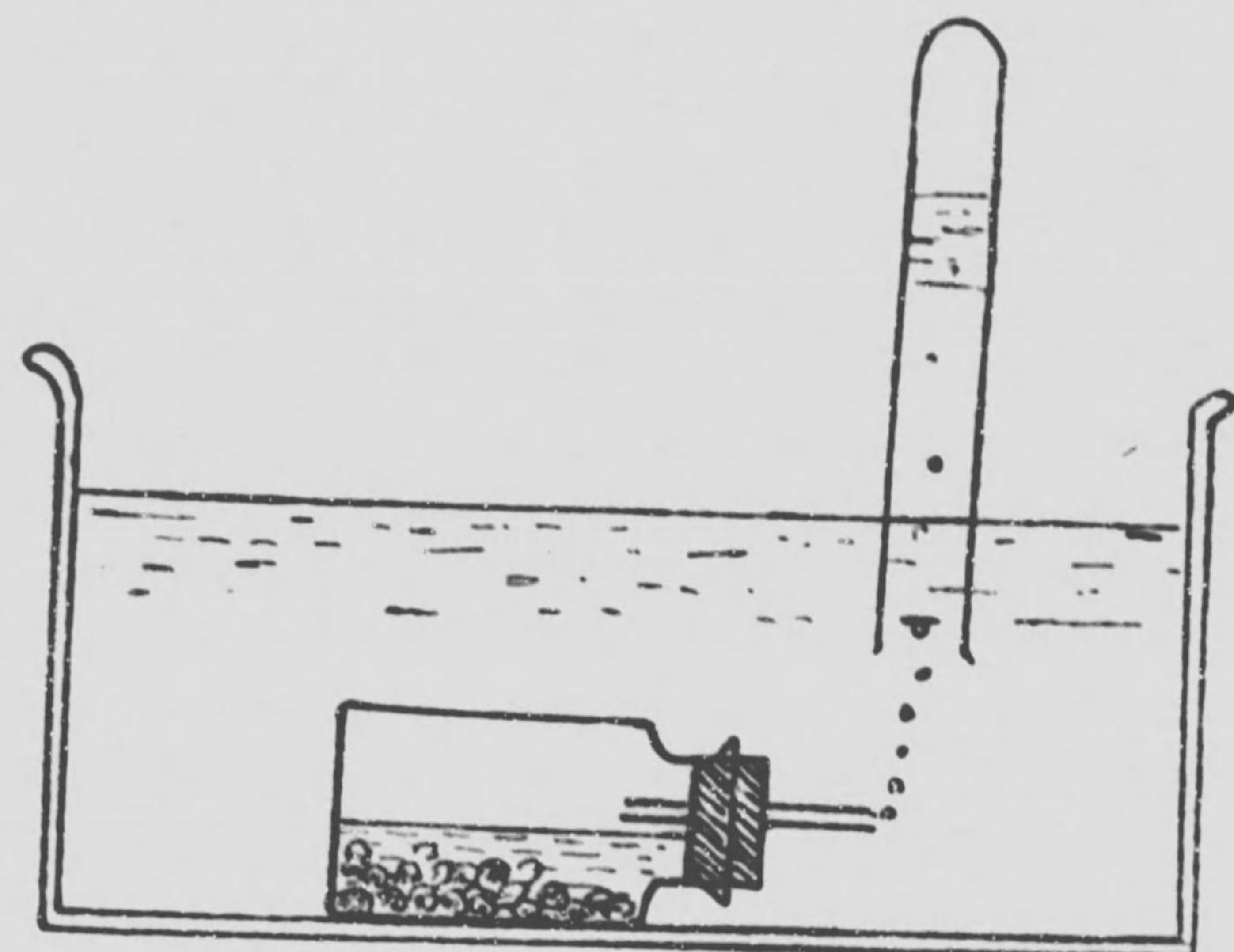
水素と酸素の燃焼には約三千度の高熱を伴ふ。故に單なる引抜き硝子管にては熔解して閉塞する。故に白金の小片で燃焼口を特別に作つて置くがよい。又發生装置の内面

は飛沫のために、又は發熱に伴ふ水分のために曇りを生じ、水滴を生じ、管口から水の流れ出ることもあるから、栓に通す硝子管の口は斜に切つて置いて水分の滴下を容易にする様に工夫するがよい。

参考のために、小學校で普通使用される様な發生装置の一斑と使用とを左に挙げる。材料により適當に利用す可きである。

(イ)最も簡易なもので、水素發生などに使用される。上方置換装置とその操作が省かれる點に大特長がある。水に可溶性瓦斯の發生に適しない。液は發生器を横たへたる時、導管の口に觸れない程度に入れねばならない。水が深ければ直立せしめて置いてもよい譯である。

(ロ)一般に使用せられる兒童實驗用簡易發生装置であつて、實際として用ひられる場合が一

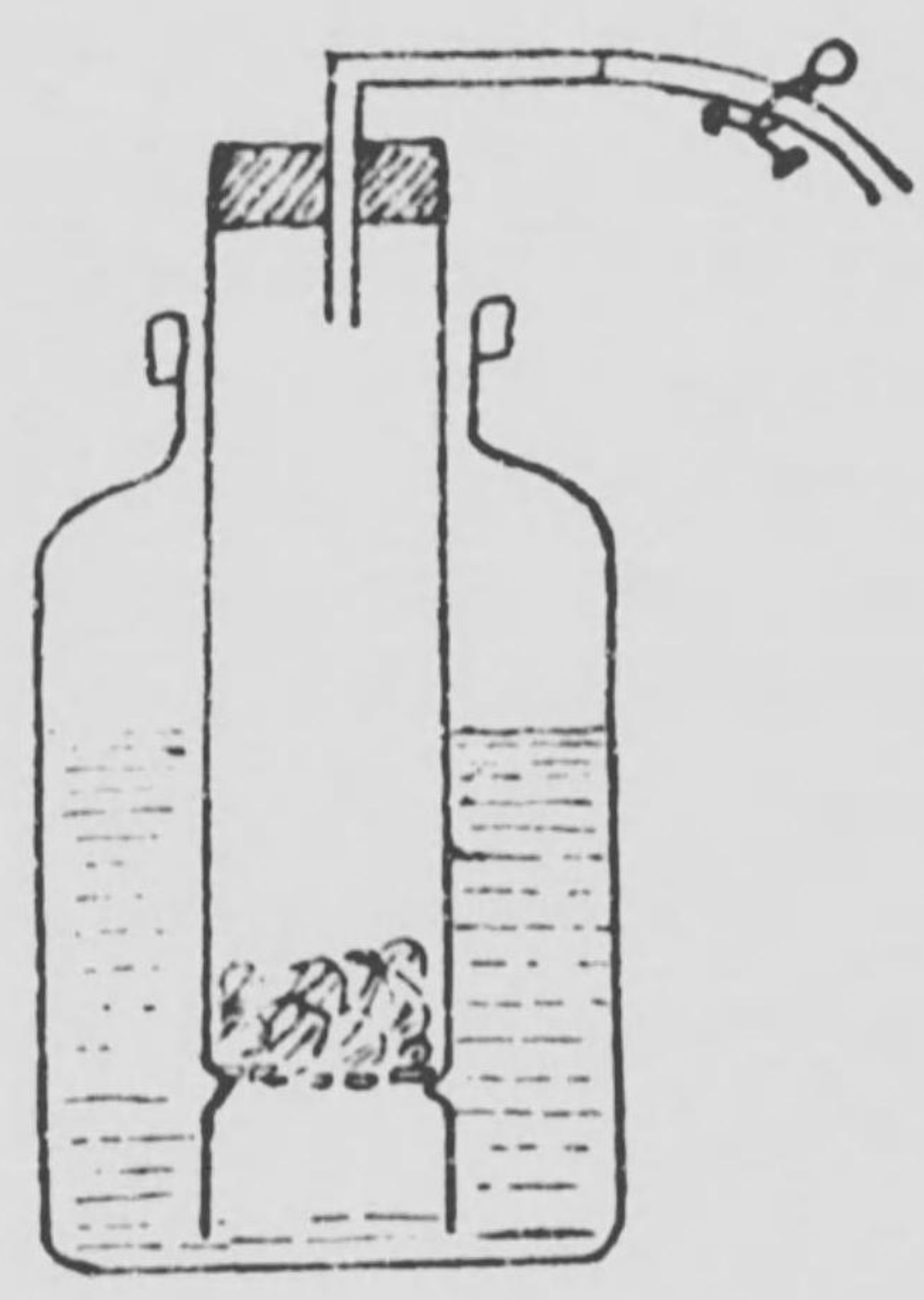


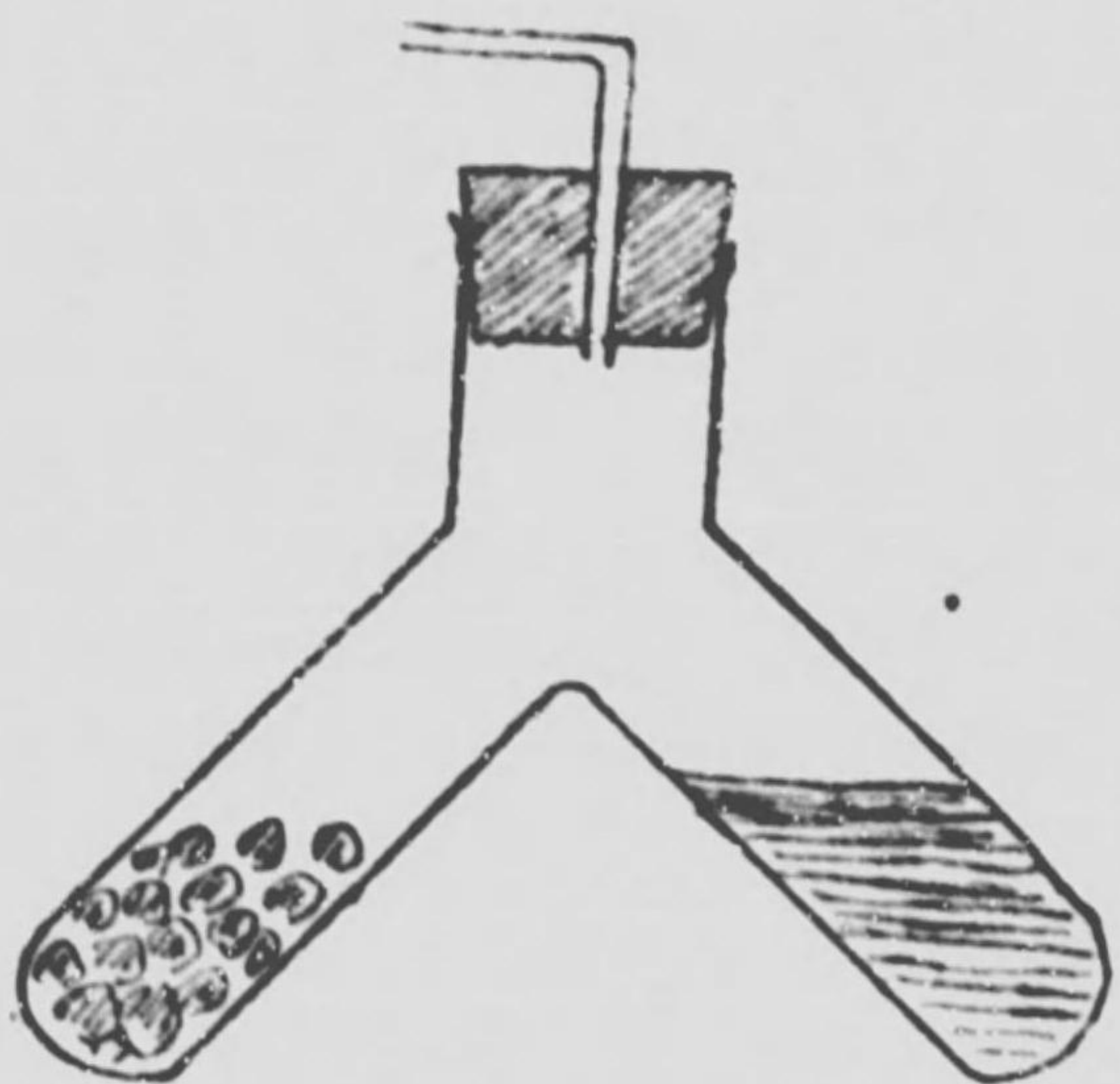
番多い。この装置はいつでも組立てられる様な部分品を用意しておくがよい。然かも組としておくがよい。試験管は八分又は六分の硬質を用ひ、栓はゴム製がよい。

(ハ)大装置としては半ポンドフラスコとランプの竹筒型ホヤを用ひるがよいが、兒童實驗用としては、(ロ)發生の装置の試験管の底に固形物の出ない位の割小孔のあいたものと、四分の一ポンド廣口瓶を用ひればよい。この装置の特長は瓦斯の入用な時にピンチコックを開き不要の時に閉ぢて、自生瓦斯によつて液を排出せしめる様にしてある點である。この作用が充分に行はれない時には取り出して離すことも出来る。

(ニ)徑三cm位で又狀に特製したものがあからこれをを用ひる。これはこれを支持する支持臺と組になつて賣品となつて居るものもある。發生固形材料と液狀材料との接觸を任意にし得る點に特長がある。

(ホ)二個の廣口瓶にて構成せるもので、材料の分離又は接





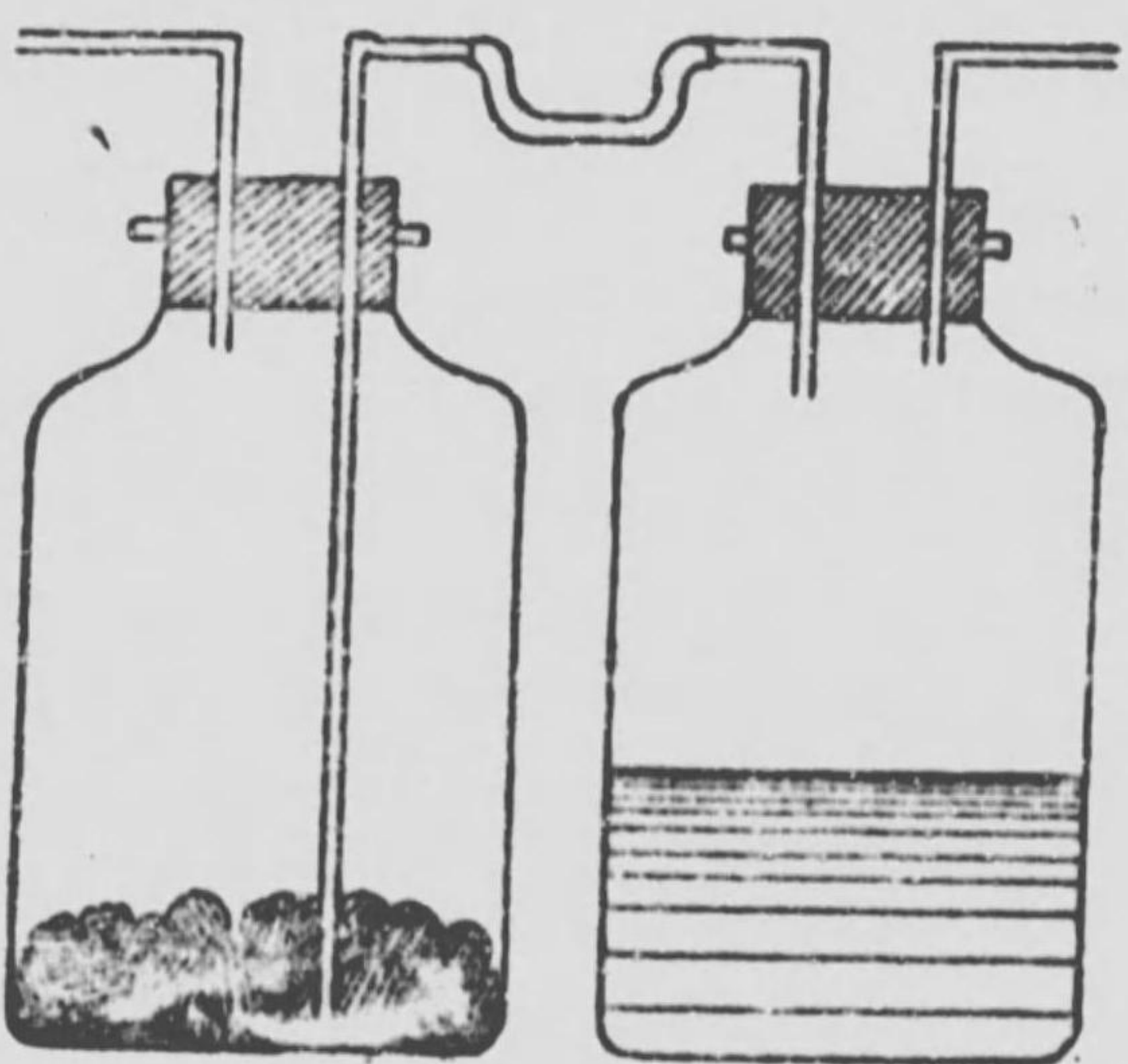
觸を任意になし得る便があるの外導管が何かの都合で閉塞された場合に發生瓦斯のために液體材料の噴出漏出を防ぐことが出来る利點がある。使用法は右方の液を、コップのものを注ぐ如くにして接觸せしめ、分離せしむる時は左の瓦斯導管を閉ざして、自生瓦斯の壓力で液を右の容器に逆流せしめる。

(ハ)これは最も普通に用ひられるもので炭酸ガス發生

の教師用などに用ひられる。この装置の特長は液體材料の補力を任意にすることが出来る。不便なる點は使はな

い時でも常に瓦斯が發生して居ること、盛に發生して導管を通り切らない場合漏斗に逆流することもある。それ故普通は安全漏斗を用ひる。

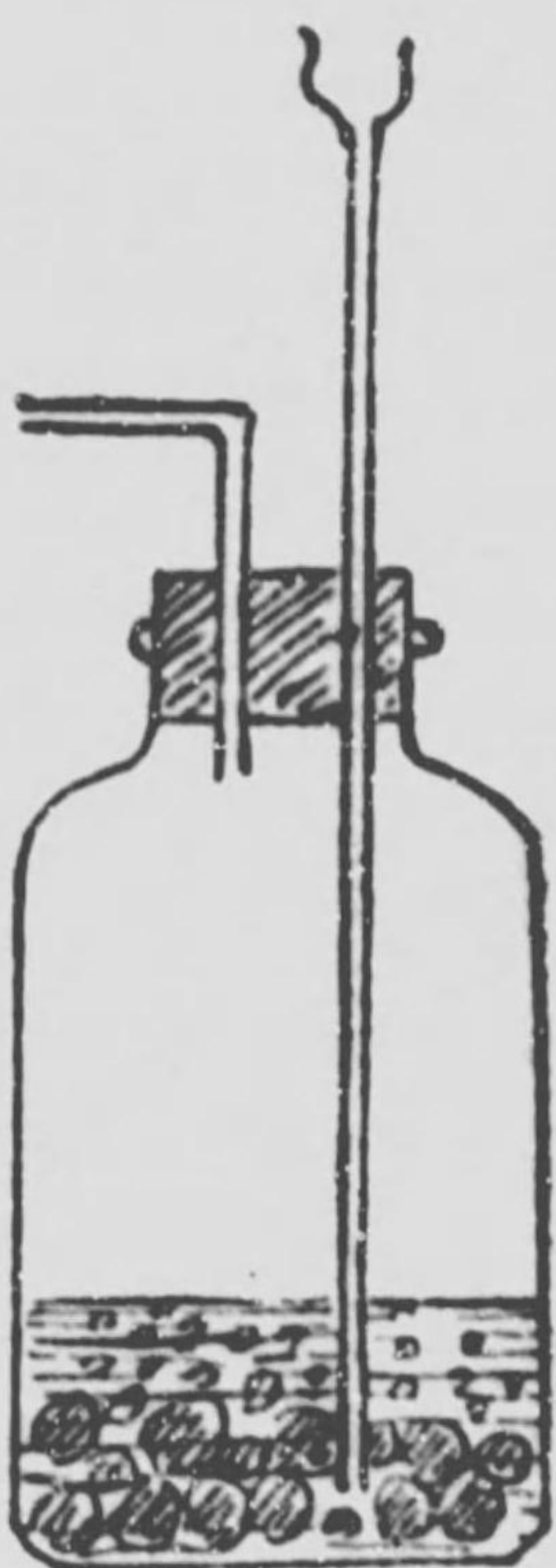
(ト)キツプ装置で水素發生専用と言つてもよい。いつでも使用の出来ること、發生瓦斯が純粹になるまで待たなく共直ちに使用の出来る點に利は



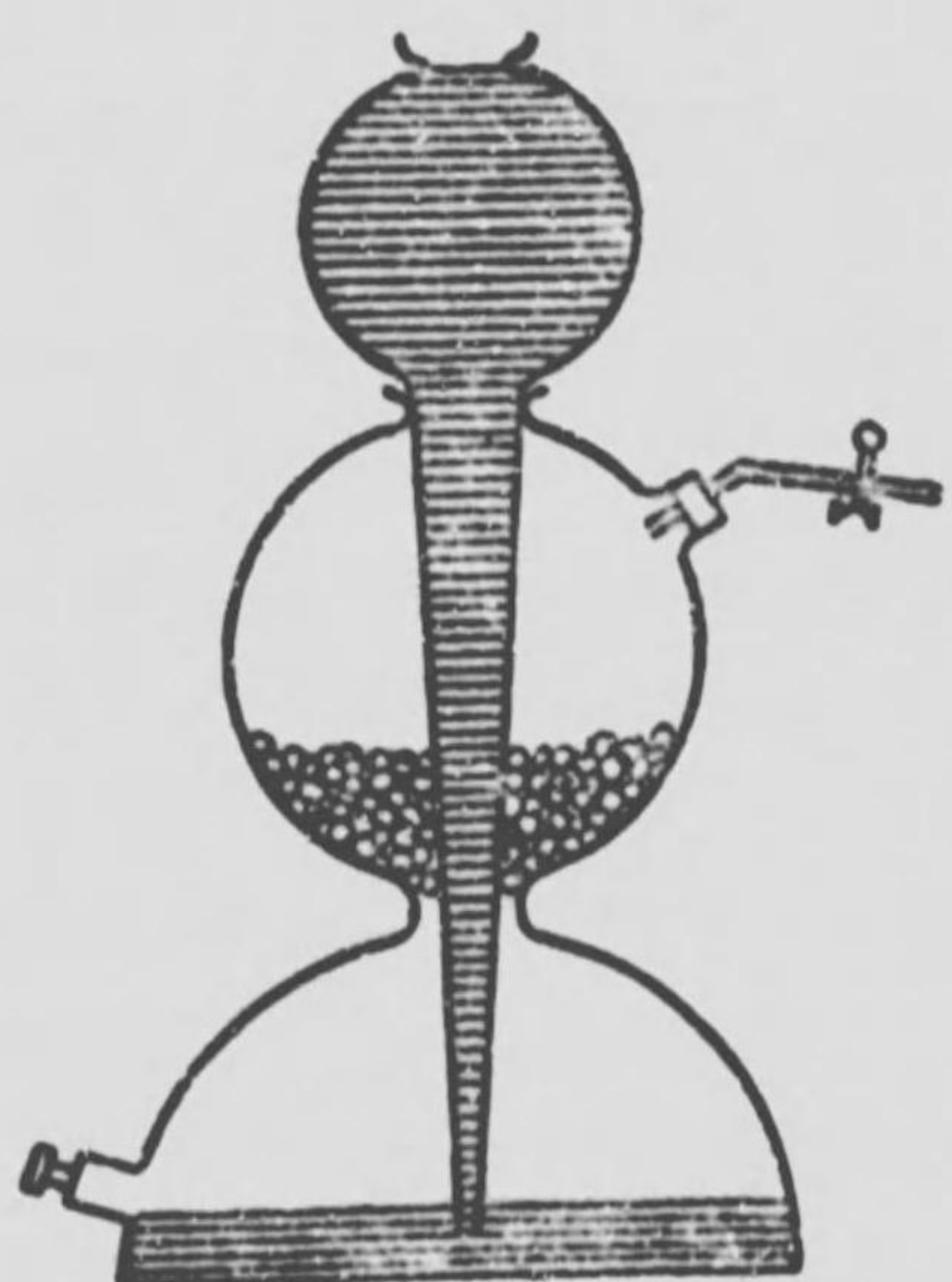
あるがもしこれが誤ると、大變なことになる。小學校用としては適しない。

(チ)加熱を要する場合の教師用装置

として用ひられる。臺と共に使用される。装置が大であるから、兒童用には不適當である。

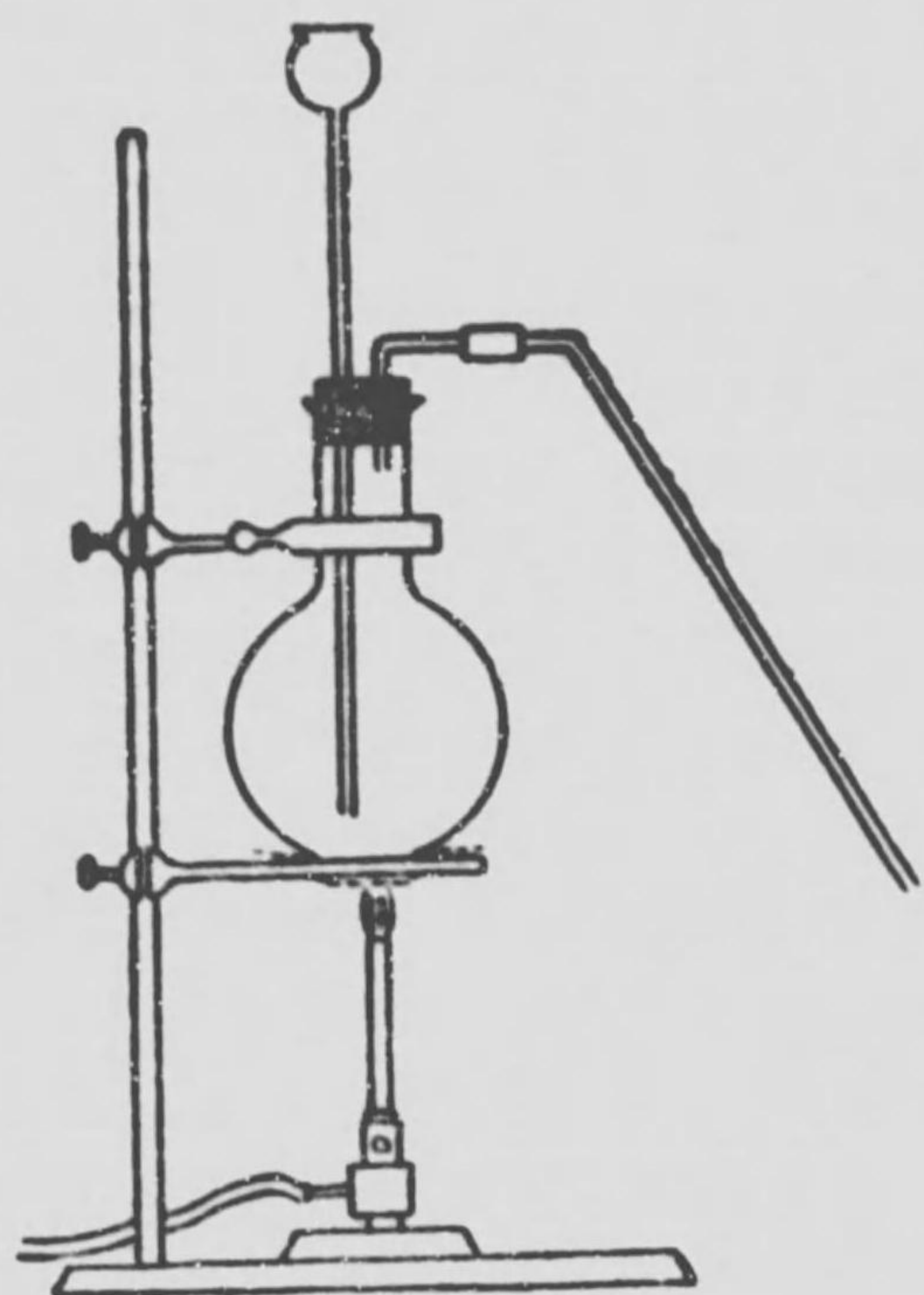


(リ)これは石炭瓦斯の發生酸素の發



生等に用ひられる簡易装置である。

傾けたのは發生によつて生ずる水分が、加熱部に流れ込み發生器が割れない様にしたものであり、金網は平等に熱が加はる様にするためである。



二二 経過を主とする實驗と結果を主とする實驗

實驗すると言つても、その實驗が結果を主とする場合もあれば、経過を主とする場合もあるし、経過結果共に主とする場合もある。化學實驗に於ける試薬を用ひる反應實驗の如きは多く結果を主とするものである。けれども、硫黄の状態と熱との關係、溫度と溶解度の關係の如き作用状態の研究實驗の多くは経過を必要とするものである。物理實驗に於ても同様に、挺子の釣合の實驗や、働反働の實驗や、振子の週期の實驗の様に、結果を主とする實驗もあれば、落體の加速度實驗や、電流と熱効果の實驗や、熱の傳導度の比較實驗の如く作業の経過の觀察に主がある實驗もある。

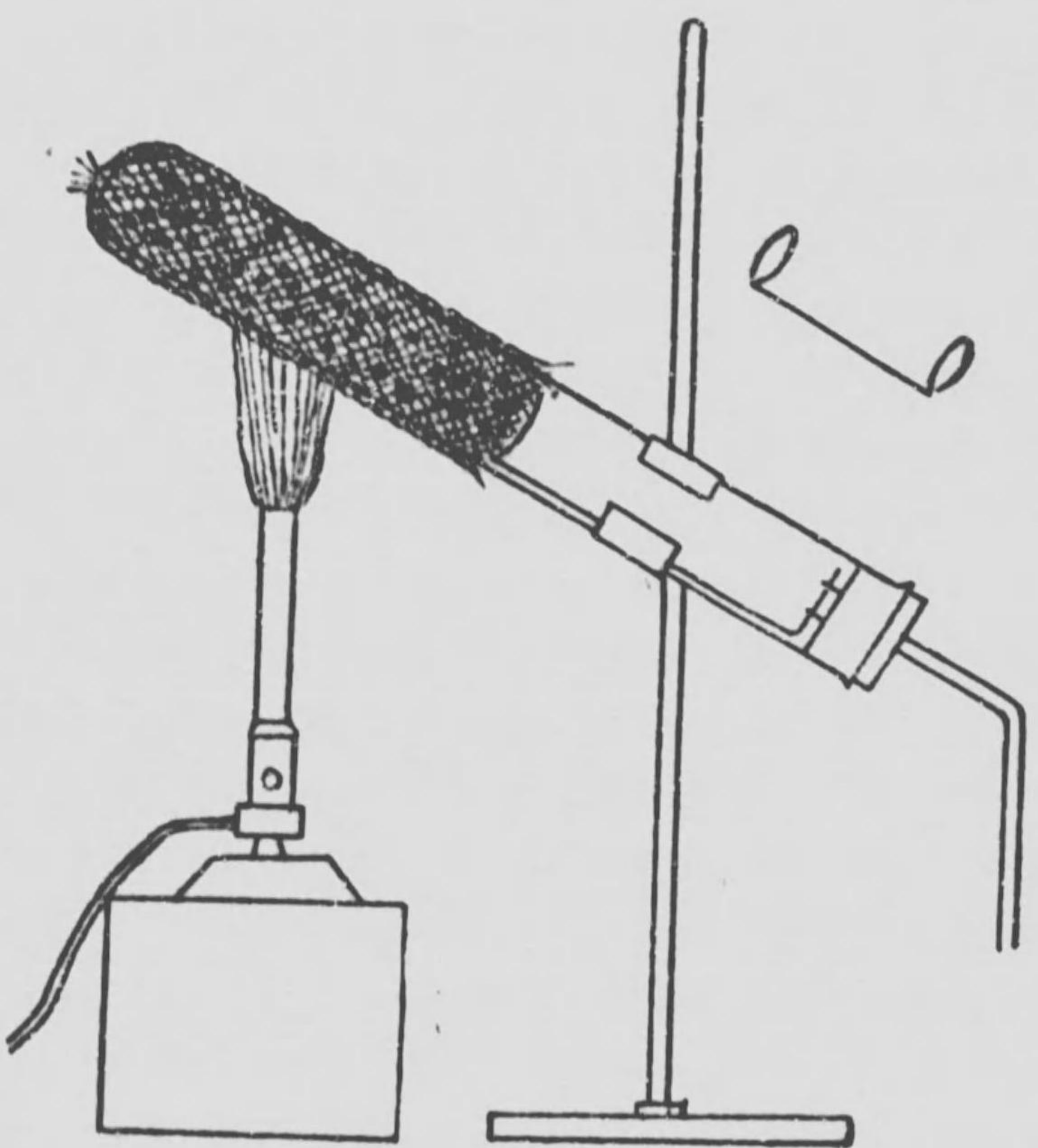
實驗となれば尤も結果がどうあつてもよいといった様なものも少いであらうけれども、結果にのみ主きを置いて過程の研究を輕視するといふ様なのは餘り面白くない。研究それ自身から見ても遺憾なる場合があるし、教育的に見た場合、考察力の養成上實に遺憾があるであらうと思ふ。

結果を主とするか経過を主とする實驗作業であるかは、實驗に先立つて兒童に考慮せしめ着眼を定めさせて置く必要がある。若し結果を主とするものであるならば、その觀察と記述を正確ならしめ、経過を主とするものであるならば、不斷の觀察殊に現象の變化の度毎に周到なる觀察と記録をなし、通覽的思考態度を取る様の指導をせねばならない。

第二章 特殊的方法

第一節 家庭生活に於ける理科教材に關する實驗

家庭生活と言つても非常に範圍の廣いものであるからその全般に亘つての事項を茲で取扱ふことは出来ないけれども、二三に就て述べて、これを通じて、私の考へて居る家庭生活中に於ける事物現象が、如何様にして學校の理科實驗の教材となるか、又は學校理科教材の連絡教材補充教材應用教材となるかを明かにしたいと思つて居る。



近來物質文明が發達して來て、自然科學が吾々の家庭生活にどん／＼應用されて來ることになると、家庭生活中の設備やその取扱ひだけで立派な理科が成り立つと思ふ。この點を理科は参考せねばならない。つまり同じ實驗材料を選んでも、これ等から擇り得るものはなる可く擇る様にすると、興味もあり、實質的の教育も出來ることになるのである。

比較文化生活程度の低い地方にあつては、家庭生活は原始的に行はれて居るのでこれ等には吾々の理科教育から見て参考する様な事項は少い様に思はれるけれども、私は決してさうではないと思ふ。却つて研究に骨の折れる材料が多いのではないかと思ふ。何故かならば、それ等の多くは經驗から來たもので、結論として行はれて居る事項は、單なる一原理の應用に過ぎないといふ様な單純なものでないからである。例へば飯を炊く釜に用ひる蓋は、厚い重いのがよいといふ習慣上の常識があつたとすると、これが合理的に證明されるには、色々の要件に就て考へられねばならない。又木炭を一度水に浸して乾かして用ひると灰が浮き飛ばないで火が長持ちするといふことが言ひ傳へられるとすると、これも同様に色々の實驗と理論の檢證が行はれねばならないことになるからである。

洗滌に關する實驗

目的

主として化學作用による洗滌方法に就て知らめるのが目的である。

連絡 高一鹽素、尋六アルコール、苛性曹達、炭酸曹達、

準備

汚れたる布片各種、洗面器、ブラツシユ、石鹼、アルコールランプ、マッチ、食鹽水、石灰水、試験管、同臺、アルコール、フェノルフタリン、試験紙、苛性曹達溶液、コップ二個、硝子棒、燈心、種油、炭酸曹達、綿布片、漂白粉、硝酸、匙

方法

一、泥、塵芥等の附書せるものを乾燥せしめてこれをもみ落さしむ。又ブラツシを用ひて拂ひ落さしむ。更に水洗ひせしめてこれを落さしむ。これ等は皆物理的方法によるものである。

二、石鹼にて汚物を洗濯せしむ。これは物理作用と化學作用を併用せるものである。原

理的實驗としての次の如き事項を實驗せしむ。

- 1 石鹼は水と湯と何れによく溶けるか。
- 2 石鹼水と食鹽水、又は石灰水と混じて振り、軟水と混じて振りたるものと何れがよく泡立つかを比較せしめる。

- 3 石鹼水にリトマス赤試験紙を浸してアルカリ性なることを檢せしむべし。
- 4 次の方法により石鹼の良否を檢すべし。
 - a 小刀にて石鹼を鏗節を削りたる様に削りて試験管に取り、アルコールを五cc位注ぎて振り、溶くるか否かを檢すべし。この中にフェノルフタリン一滴を落してアルカリ性の有無を檢すべし。アルカリ性あれば遊離アルカリの存在を示すものにして不良のものなり。
 - b 前の實驗のアルコールに代ふるに水を以てし、この中にフェノルフタリン一滴を加へて檢すべし。
- 三、苛性曹達の稀溶液一〇ccを試験管にとり、種油一滴を加へてよく振盪し、油がとけることを實驗すべし。又コップ二個をとり、一方には温湯、一方には苛性曹達稀溶液をとり、油浸みたる燈心をこの各々にて洗ひ結果を比較せしむべし。
- 四、炭酸曹達溶液にて同様の實驗を行はしむべし。
- 五、灰の濾汁にて同前。
- 六、苛性加里の稀溶液にて同前。
- 七、ワニスを木綿片につけてこれを水洗ひしたるものと、アルコール中にて洗ひたるものと比較せしむべし。

と比較せしむべし。

- 八、ミシン、自轉車、其他機械の摩擦部の古油を白き木綿片につけ、揮發油にて洗ひたるものと水洗ひせるものと比較せしむべし。
- 九、ハンカチを石鹼にてよく洗濯し、別に微温湯一立につき匙一杯位に漂白粉を溶かし、それに匙半分位の重曹を投じて泡立たせ、泡の出で居る間にハンカチを投じて漂白を行ふ。漂白が行はれたる後、更に別に用意せる水一立に二三滴の硫酸を加へたる溶液中に浸して臭氣を抜き、よく水洗ひして糊をつけて乾かし、アイロンにて皺を伸すべし。

備考

- 1 揮發油又はアルコールにて汚點拔をなし、炭火にて乾かすは、引火のおそれあり。自然に揮發乾燥するをまつべし。
- 2 揮發油アルコールを戸の硝子拭ひに用ふることあり。木質部の塗料に觸れしめざる様に使用すべきである。
- 3 漂白粉を有色の布片又は絹物に用ふるは却つて色及び質を損ず。白木綿布片に限り用ふべし。
- 4 汚點拔の場合藥液の不良のもの、古くして有効ならざるもの、又は使用法を誤る時

は、單に汚點を擴げたる結果にしかならないことがある。注意すべきである。
消毒に關する實驗

目的

普通家庭に於て使用さるゝ食品以外の消毒劑に就て知らしむるを目的とする。

連絡 尋六衛生、高一腐敗防腐

準備

試験管、脱脂綿、エチルアルコール、フォルマリン、リゾホルム、石炭酸、昇汞錠、糊酸末、オキシフル、メスシリンダー

方法

一、アルコール

藥局方純エチルアルコール一〇ccを試験管にとり、一匹の蠅をその中に浮べ、脱脂綿にて口を閉ぢて一週間位放置し、同様に水にて行ひたるものと比較せしめる。

(アルコールは指先消毒器用として、又は注射の際の消毒用として簡易に使用出来るので廣く用ひられる。)

二、リゾール、(又はリゾホルム)

これも使用簡易であるので使用の範圍が廣い。共同使用の手洗ひ場用、病人看護者手洗用、患者の衣類身體の清淨用としても用ひられる。兒童にこれを使用せしめ消毒と石鹼水とを兼ねたる點を知らしめる。

(使用の際は四〇倍位のものを用ひしむべし。)

三、過酸化水素水 (オキシフル)

創口その他の外科的部分の消毒に用ひられる。そのまゝ用ふれば濃いから創口にしみる。けれ共そのまゝ用ひる、使用する時に泡立つ。含嗽用などには十倍に薄めて用ひても効がある。

兒童にはこれを用ひて含嗽せしめる實習を行はしむるもよい。

四、昇汞

昇汞は家庭用としてはタブレット錠劑として販賣されて居る。調劑者の示す用法により消毒用のみ用ふ可きである。普通は二立位に三四錠を用ふることになつて居る。(一〇〇〇倍より二〇〇〇倍赤色の附してあるのは昇汞元來の色ではない。昇汞なることを示すためである。水銀劑で猛毒であるから食品に食器に附着しない様にすべく、アルミニウム容器を用ひてはならない。)

流行病ある季節の手洗用養護室の手洗所に用ひて實習するとよい。

五、石炭酸
古くはよく用ひられたけれ共近來用ひられなくなつた。創口に用ひて中毒する人があ
るからである。室内消毒用としては二%—三%を用ひる。

六、フォルマリン
フォルムアルデヒドは有害であるから食品に用ひないし、人體の粘膜を強く刺戟する
から室内器具等にしか用ひない。

七、糊酸
これは強い消毒劑ではない。三百分の一で防腐の効ある位である。傷口の消毒には
二%含嗽用には二—三%を用ひる。實習用としては二%にてウガヒせしめるがよい。

燐寸の研究

目的

日常須要の燐寸に就て發火の原理を研究せしめる。

連絡

尋五硫黄、高一燐

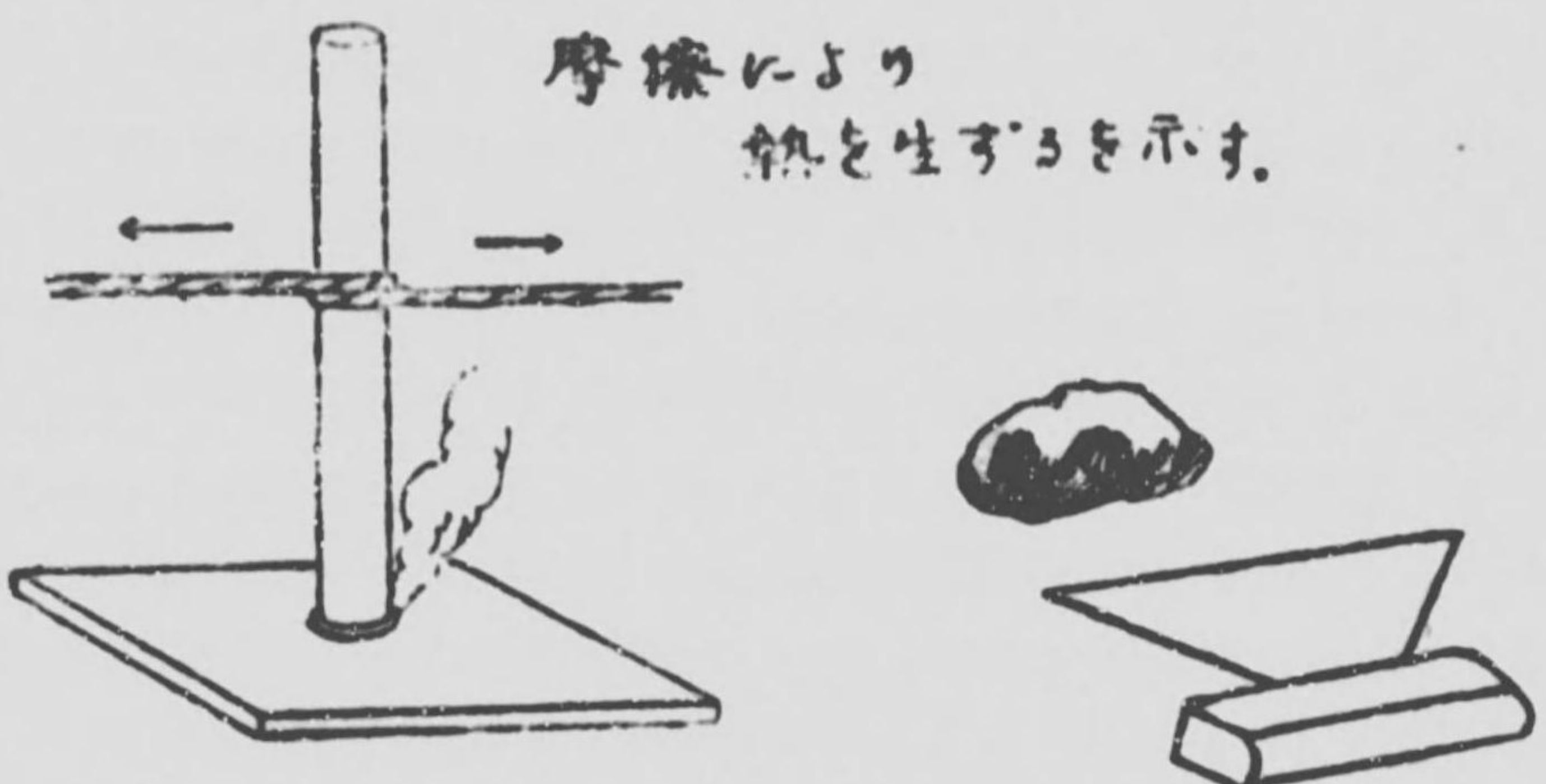
準備

ルツボ、ルツボ狭み、鹽酸加里、赤燐、羽毛、滑かなる洋紙、匙、木盤と
木棒、火打金と火打石、

方法

一、燐寸の發火に就ての實驗

- 1 マツチは摩擦により發火せしめ得るものなることの實驗
- 2 圖の如く木盤上に木棒を摩擦し、火打金にて火を打つ實驗
により、摩擦により熱を發することを知らしめる。
- 3 軸木を火種に附け、又は頭藥を火中に投ずる時は、發火する
ことにより、軸木は火種を要すること、爆發的に燃えることを
知らしむ。
- 4 箱紙を取りこれに點火すれば、自ら焰を發して段々燃え移
ることを觀察せしむ。



5 頭藥を去りたる軸木と杉箸片と何れがよく燃えるかを比較實驗せしむ。

第二章 特殊的方法

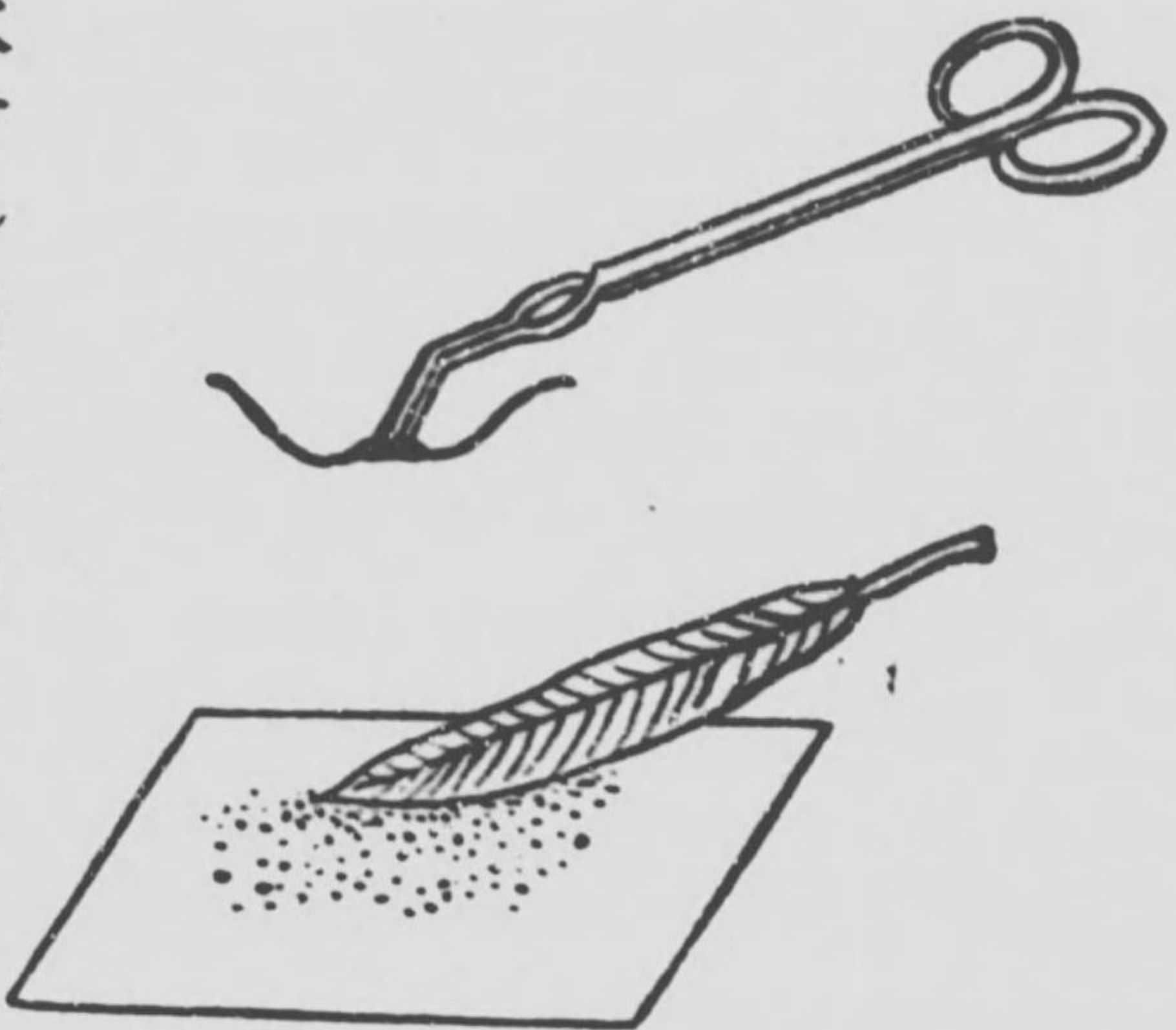
6 乾ける燐寸と少し濕氣を持てる燐寸との發火性の比較を行はしむ。

發火原理の實驗

乾きたる粉狀鹽酸加里を匙の小耳に軽く一量取り、これにそれよりも少量の乾きたる赤燐を注意して羽毛にて混じ、これを二等分し、この半量をルツボに入れ、ルツボ狭みの尖端にてシヨツクを與ふれば、爆發的に燃燒する。

結果

燐寸は箱と軸木の摩擦によりて生ずる熱にて赤燐を發火せしめ、鹽酸加里にて助燃作用を與へ、軸木を燃燒せしめんとして造られたるものである。



風呂の水の温り方の研究

目的

兒童が日常經驗せる、風呂の水の温り方に就て、理科的實驗と考察をなさしむ。

連絡

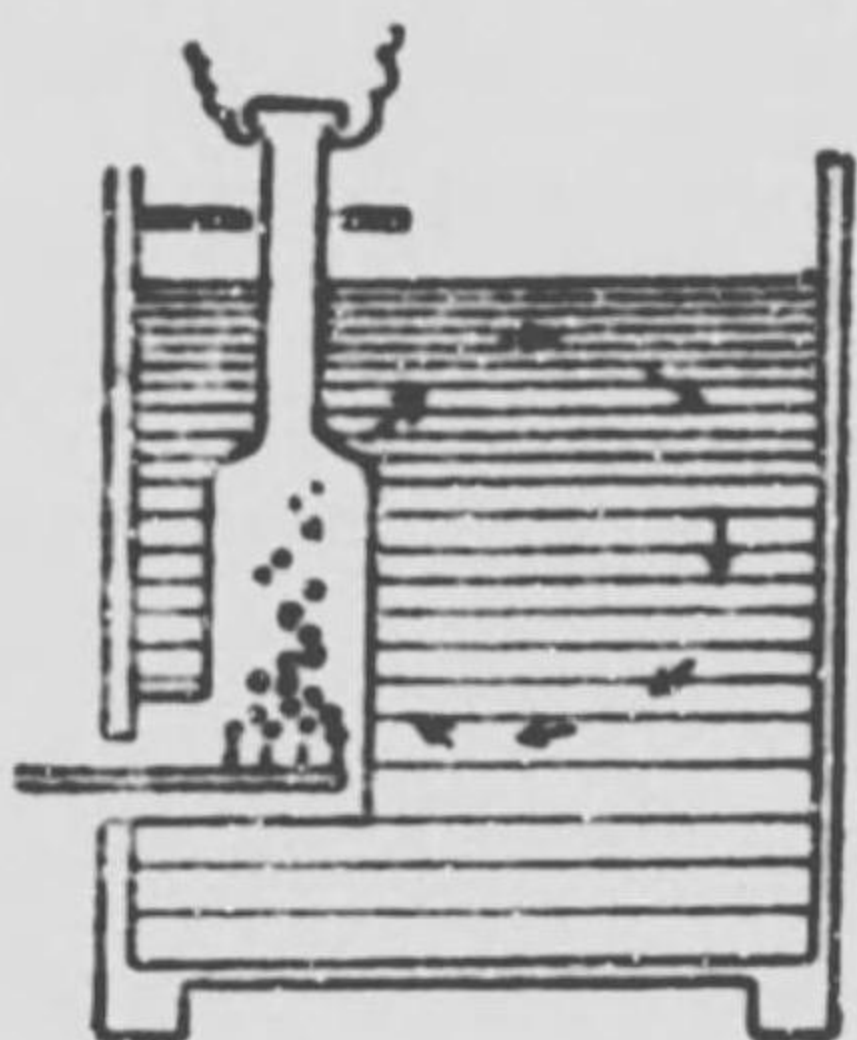
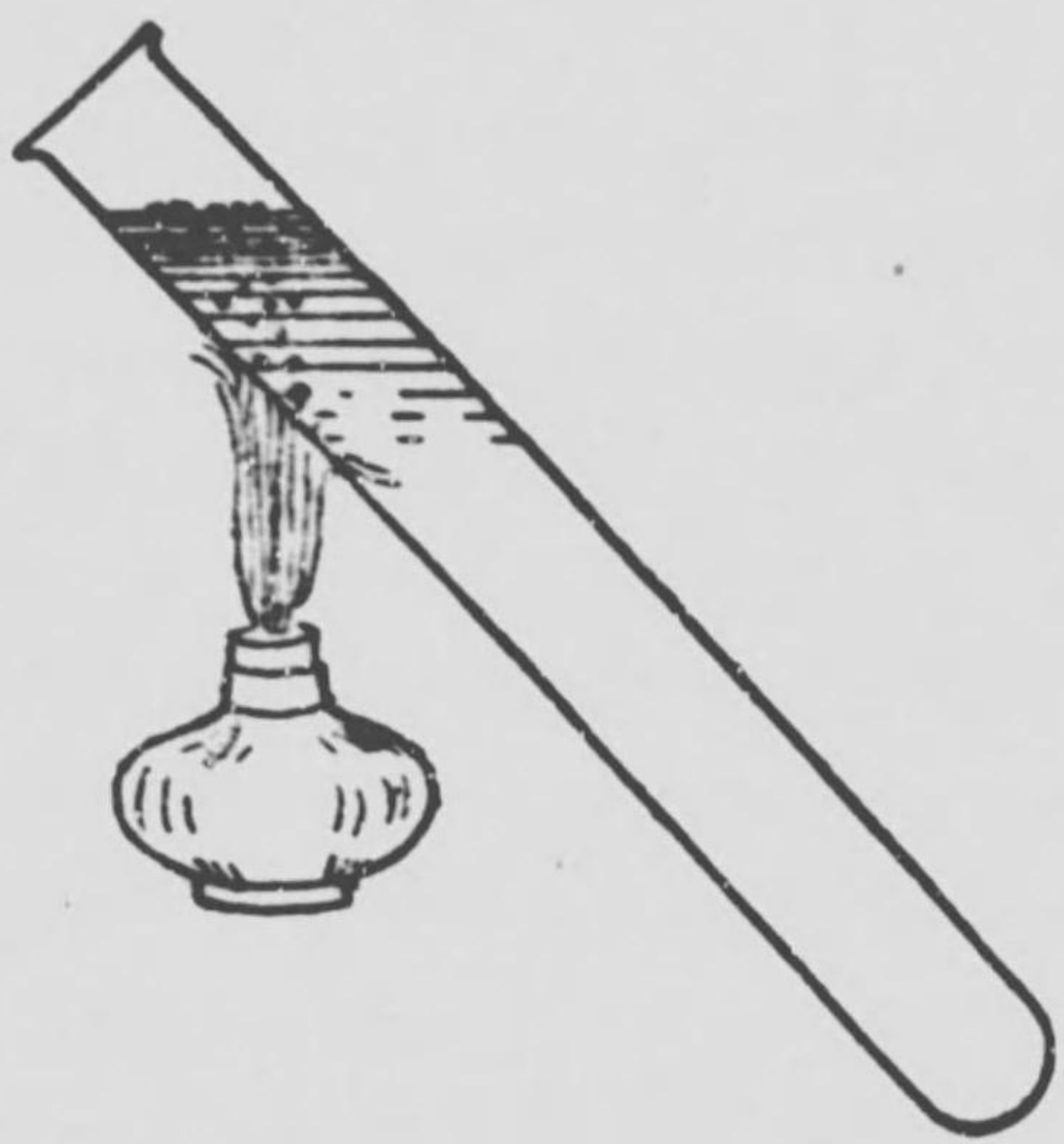
尋六熱の移り方

準備

アルコールランプ、マッチ、試験管、小型鐵砲釜湯沸し、

方法

- 一、風呂水が不平均に温まる現象に就ての經驗事項を問答する。
- 二、その原理に就ての見聞を問答、及豫想
- 三、實際に就て實驗せしめる。
- 四、原理實驗として、圖の如く試験管の水を上部のみ温めたる場合の各部の温度の相違と、底部より温めたる場合の比較を行はしめる。
- 五、原理實驗により實際現象の正しき説明をなさしむ。
- 六、この原理に基づく他の日常の現象を發表せしむ。



蓄音機

目的

音の應用教材として蓄音機に就て知らしめる。

連絡

尋六音

準備

蓄音機、レコード、破損せるレコード、針、新、古顯微鏡、ネヂマハシ

方法

- 一、蓄音機使用の用意を命ずる。
クラシクを巻くは何のためであるか、廻轉の動力に就て觀察考察せしめる。
- 二、蓄音機を鳴らしてみる。
音の高低強弱緩急音色等がよくあらはれる。
- 三、レコード板の觀察
 - 1 針のコースに色々の變化がこしらへてあること。
 - 2 肉眼的に見てさへ板面のコースの變化と譜の強弱高低の變化と一致して居ること
 - 3 破損せる破片を顯微鏡下にて檢鏡して詳細に觀察せしめる。

4 レコードをなせる物質の觀察

四、サウンドボックスの研究

こはれたるサウンドボックスを用意してこれを分解し、振動板と針との關係を考察せしめる。

五、更に吟味的に鳴らしてみる。

六、一定の速度に廻轉せしめる装置及びアヂヤスターに就て觀察考察せしめる。

七、其他

兒童の質問を本體として電氣蓄音機、蓄音機發明の歴史、吹込みに關すること等を取扱ふ。

ラヂオ

目的

ラヂオ受信に就ての概念を與へるのが目的である。

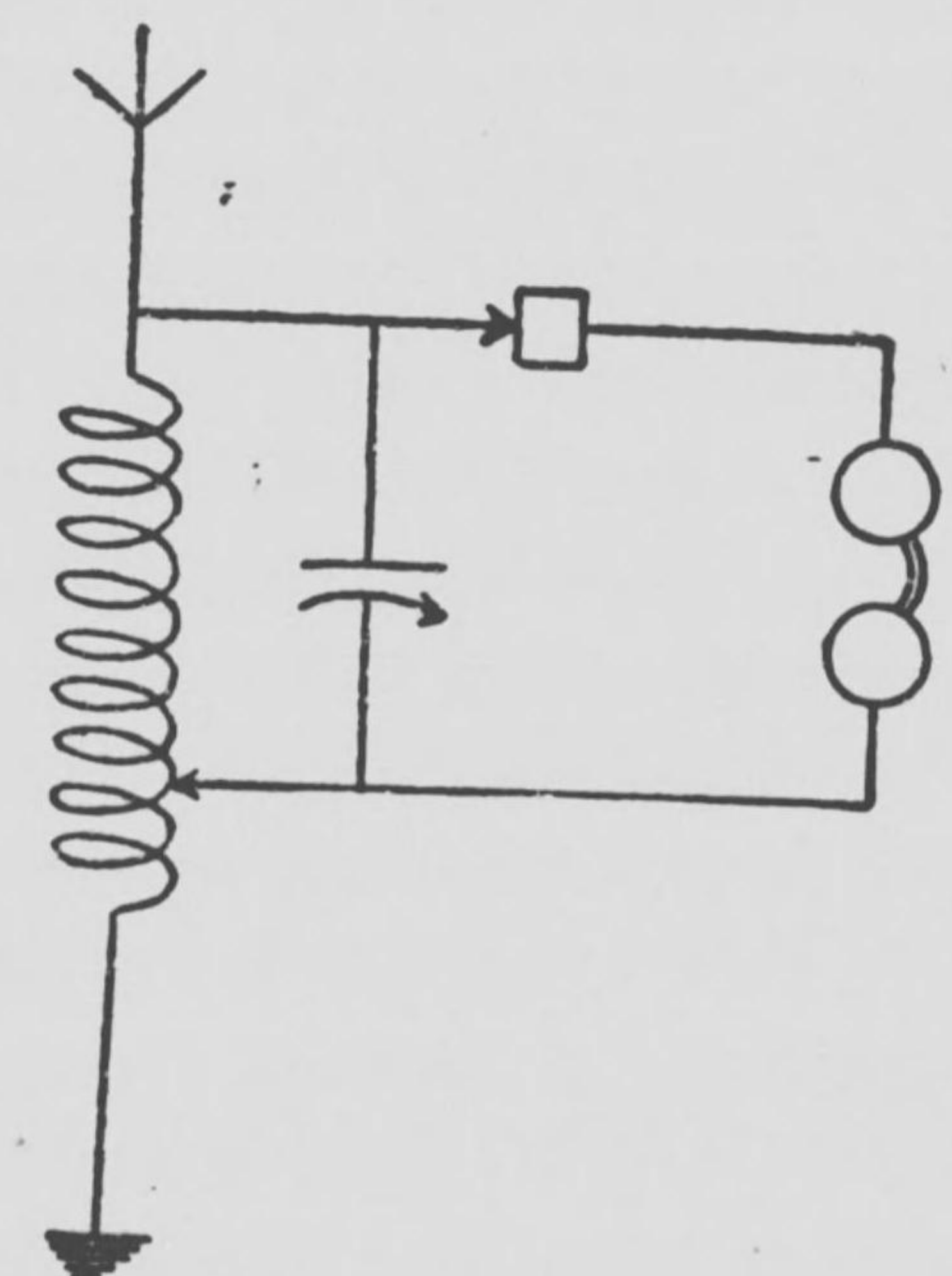
連絡

高二感應電流、尋六電話

準備

方法
鑛石式受信機の部分品（アンテナ、アース用品、コイル、コンデンサー、鑛石檢波器、受話機）

- 一、出来上つて居る受信機につき受信の實習
- 二、受信機の部各構造作用研究
- 三、鑛石受信機の組立實習
 - 1 コイルを巻くこと（スパイダー）
 - 2 配線圖を作ること
 - 3 配線すること
 - 4 受信すること
- 四、真空管式セットの觀察と調節法の實習
- 五、質問應答



目的

後頭部を見るために、鏡二面を用ふる理に就て研究せしめる。

あはせ鏡の理

連絡

尋六光の反射

準備

手鏡二面宛

方法

- 一、あはせ鏡使用を觀察せる經驗の問答。
實際使用經驗の有無問答。

二、實習して見ること。

三、實習結果を圖解して考察せしむること。

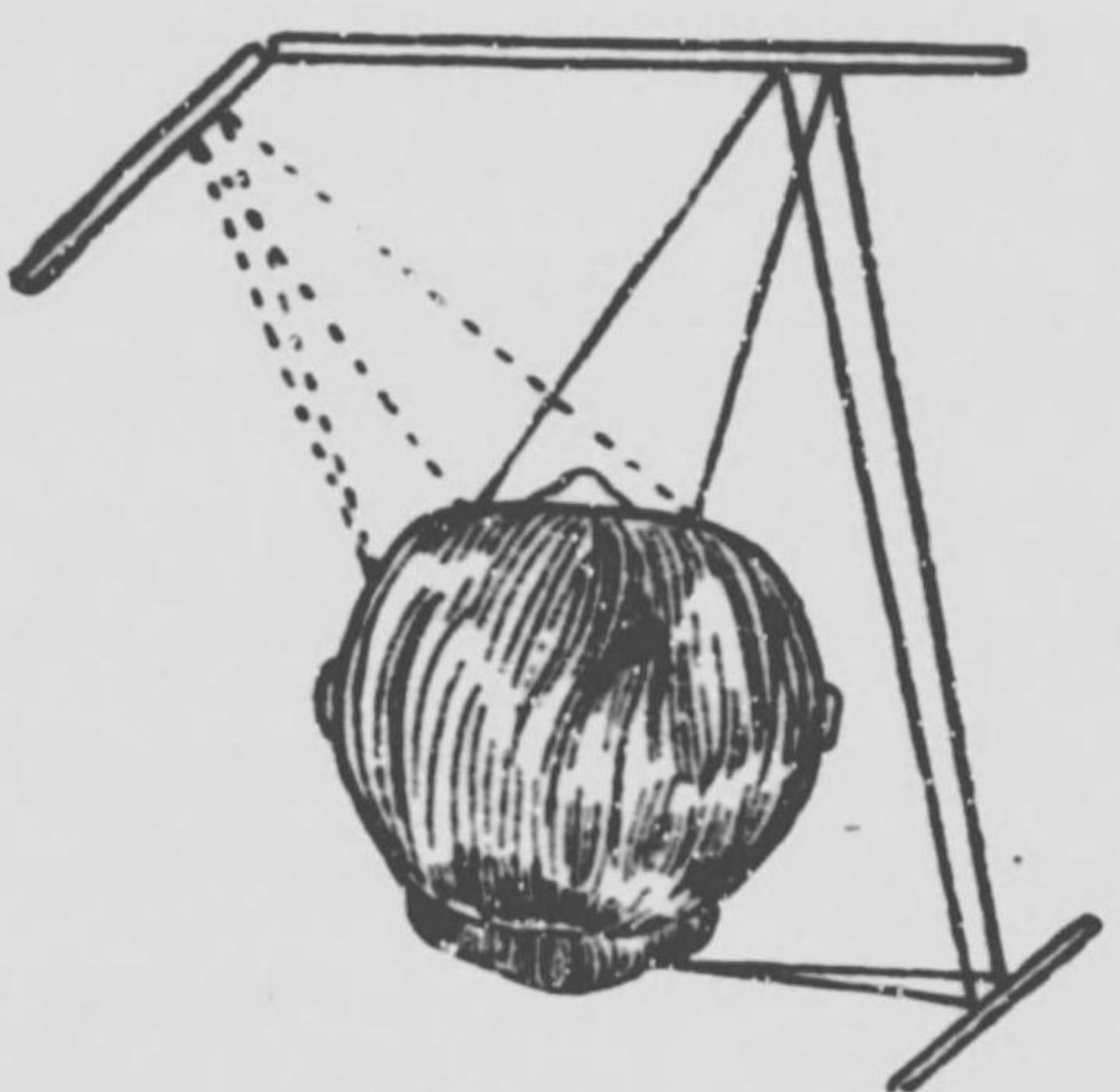
1 頭部の位置殊に眼の位置向きの方向

2 姿見の位置と手鏡の位置

3 光の通路の想像圖

四、光の反射の現象及び法則の實驗研究

五、反射原理の實驗研究によつて得たる智識によつて前の圖解を反省する。



備考