

263.7
68



始



263-68
7



理學博士

龜高德平
真田範衛 著

理化兒童實驗法

東京 寶文館藏版

大正
8.7.4
内交

東京 實文館發行

兒童實驗叢書

東田碩嶺著

醫學博士 高野武平撰

序

理化學は實驗を基とする學科なり、されば之を學ぶもの自から實驗を行ふにあらざれば其の真相を理會する能はざること恰も水泳を學ぶものが自から水に入りて練習せざれば所謂疊の上の水練となり無効に終ると同様なり。されば近年に至り中等諸學校に於て理化學を教授するには生徒をして自から實驗せしむることとなれり。小學校に於て兒童に理化學を教ふるに當つても兒童實驗の必要なること寧ろ中等學校に優れるものあり。されば近時各府縣に於て兒童實驗の聲益高く既に實行せる所も亦少からずと聞く但し未だ文部省及び府縣廳に於て一般に強制するに至らず従て實驗せしむべき材料及び方法の據るべきものなく教師諸君の當惑せるもの少からざりし由なり。

茲に於て予の友人前静岡縣濱松師範學校教諭眞田君國定理科書に準據し、兒童實驗の方法を詳細に記述せられ、之を公にし以て戦後國民教育上の最大急務たる理化知識の普及興進に資せんとせらる。今や稿成り予の校閱を求めらる。就て一讀するに君の犀利なる教授上の卓見と該博なる理化學上の智囊とを傾注せられたる産物なれば、實驗材料の選擇及び方法の記述共に其當を得正に其目的を達するに足るを信じ唯一二の補正を加へたるのみなり。予が年來の主張たる生徒實驗の事今や中等學校に於ては既に實行せられ、延いて小學校にも及ばんとするを見、戦後の國民教育の爲め欣喜措く能はざる所なり一言を述べて序となす。

大正八年五月初旬

品川御殿山の新居にて

龜 高德平識す

はしがき

一本書は小學校理科教授の實際に當らるゝ諸君の参考に資せんが爲に、余が濱松師範學校在職中に於ける教授の經驗と、各地方の講習會に於て講演及實驗を行ひたる草案とを基礎として編纂したるものなり。

一第一編には總論として兒童實驗方法論を略述し、第二編には各學年の教材につきて、一々その方法を説明せり。而して、方法論に於ては、兒童實驗によりて得らるゝ効果の如き抽象論をさげ、なるべく實際教授に必要な事項を説明する事につとめたるを以て、本書を使用せらるゝ場合には各學年の實際案を研究するに先だちて、先づ方法論を熟讀せられん事を希望す。

一各課の實際案に於ては、出來得るだけ、簡易なる器具及び装置を用ひて實驗し得らるる方法を選択することにつとめ、教授上の注意として、特に其の方法を擇みたる理由、實驗に要する器械及び装置の説明、實驗の順序の先後、他の方法との比較等凡そ實驗に必要な一切の事項を網羅したるが故に、教授に當らるゝ前必ず之を讀過せられたし。

一本書が實驗毎に「考察」を附したる事と、應用問題を擧げたる事とは、特に其の創意を世

に誇るに足るものたるを信ず。凡そ實驗は一定の法則に歸納して初めてその成果を收め得るものにして、法則は又自由に自然現象に應用するを得て初めてその用を全うしたるものたるに拘らず、實際教授の際、稍もすれば等閑に附せらるゝ嫌なきにあらず。されば本書に於ては、一々「考察」を附し、論理的階程を追ひて實驗より法則を導く過程を示し、又兒童が日常目撃し得る現象を應用問題として列舉し、其の説明をなさしめん事に努めたり。之等の發問中、答の多岐に渉る虞あるもの及び稍困難なるものには、「—」を用ひてその下に答を記載せり。

一、等しく生徒實驗の急を叫ぶるゝ中等學校にありては、文部省の要目が大體の方針を指示せるに拘らず、小學校の實驗は何等據る所なきの情況にあり。此の時に當り、本書が幸に小學校教員諸氏の參考の資となり、教授の伴侶となり、依つて以て聊かに兒童の理化的知識を確實にし、理化學を愛好する念慮を増進せしむる事を得ば、余の頗る欣幸とする所なり。

一、終に文部省理科書編纂委員たる恩師龜高博士が繁忙の身を以て懇篤なる指導を賜はり、且つ嚴密なる校閲の筆を加へられたるのみならず、本書の爲に特に序文を草せられ、茅屋の庭前に、一株の名花を植せられたる好意を衷心より感謝す。

大正八年四月下旬

芝區三田の寓にて

著者しるす

目次

第一編	兒童實驗方法論	一
第一章	實驗と觀察	一
第二章	理化兒童實驗の時代	八
第三章	兒童實驗教材の選擇	一二
第四章	教材取扱の方法	一四
第一節	教師實驗と兒童實驗	一四
第二節	定量實驗と定性實驗	一六
第三節	證明的方法と發見的方法	一七
第四節	考察	一九
第五節	學年による取扱上の差異	二〇
第六節	其他	二三
第五章	實驗室及び實驗器械	二三

第一節 實驗室……………二二

第二節 實驗用器械器具の要素……………二五

第三節 器械器具の購入……………二七

第四節 器械器具の整理及び保存……………三〇

第五節 其他の注意……………三二

第六章 實驗時間中の注意……………三四

第七章 應用問題……………三七

兒童實驗項目及器具材料表……………四〇

第二編 兒童實驗の實際……………五九

尋常科第五學年……………五九

第一課 空氣と土……………五九

第十四課 夏至……………六三

第二十課 秋分……………六六

第四十四課 冬至……………六六

第四十五課 物の重さ……………六八

第四十六課 空氣の性質……………七二

第四十七課 水の性質……………七五

第四十八課 熱……………七八

第四十九課 水の三態及び寒暖計……………八五

第五十課 風と雨……………九一

第五十一課 火……………九三

第五十二課 酸素……………九五

第五十三課 空氣の成分……………九八

第五十四課 水素……………九九

第五十五課 炭酸瓦斯……………一〇二

第五十六課 燃燒の生成物……………一〇五

第五十七課 春分……………一〇七

尋常科第六學年……………一〇八

第一課 泉井……………一〇八

第四課 食鹽……………一〇九

第二十五課 硫黃……………一一〇

第二十七課 石炭……………一一三

第三十二課 鹽酸、硫酸、硝酸……………一一五

第三十三課 苛性ソーダ、炭酸ソーダ……………一一九

第三十四課 石灰、アムモニヤ……………一二二

第三十五課 重力……………一二四

第三十六課 槌子……………一二七

第三十七課 秤……………一二九

第三十八課 振子、時計……………一三〇

第四十課 光の直進……………一三二

第四十一課 光の反對……………一三四

第四十二課 平面鏡……………一三八

第四十三課 光の屈折……………一四〇

第四十四課 凸レンズ……………一四一

高等科第一學年……………

第四十五課 音……………一四三

第四十六課 磁石……………一四三

第四十七課 電氣……………一四六

第四十八課 電流……………一四九

第四十九課 電燈……………一五一

第五十課 電鈴、電信機……………一五一

第五十二課 食物……………一五二

高等科第一學年……………一五四

第十七課 鹽酸……………一五四

第十八課 鹽素……………一五七

第十九課 ナトリウム、苛性ソーダ……………一五九

第二十課 炭酸ソーダ……………一六二

第二十一課 カリウム……………一六四

第二十二課 マグネシウム、カルシウム……………一六六

第二十三課 亞硫酸ガス、硫酸……………一六八

第二十四課 硫酸鹽……………一七一

第二十五課 アルミニウム、明礬……………一七二

第二十六課 燐及び其の化合物……………一七三

第三十三課 ガラス……………一七三

第三十四課 陶磁器……………一七三

第三十五課 力……………一七四

第三十六課 慣性……………一七六

第三十七課 運動の變化……………一七七

第三十八課 二力の組合……………一八〇

第三十九課 働と反働……………一八二

第四十課 槌子……………一八五

第四十一課 輪軸……………一八七

第四十二課 滑車……………一八七

第四十三課 斜面、螺旋……………一八九

第四十五課 擦摩……………一九二

高等科第二學年

第一課 液體の壓力……………一九五

第二課 密度、浮沈……………二〇〇

第三課 石油……………二〇四

第四課 炭水化物……………二〇六

第五課 アルコール……………二〇八

第六課 醋酸……………二〇九

第七課 脂肪油……………二一一

第八課 蛋白質……………二一二

第十四課 傳導、對流、輻射……………二一三

第十五課 大氣の壓力……………二一七

第十六課 大氣の溫度及び濕度……………二一九

第十七課 天氣……………二二一

第十八課 ポンプ……………二二一

第十九課 關……………二二二

第二十課 光の分散……………二二二

第二十一課 凸レンズ……………二二三

第二十二課 凹レンズ……………二二五

第二十三課 顯微鏡、望遠鏡……………二二六

第二十八課 電氣の感應……………二二七

第二十九課 蓄電放電……………二三〇

第三十課 雷電及び避雷電針……………二三〇

第三十一課 電 燈……………二三〇

第三十二課 電 鈴……………二三〇

第三十三課 電話機……………二三〇

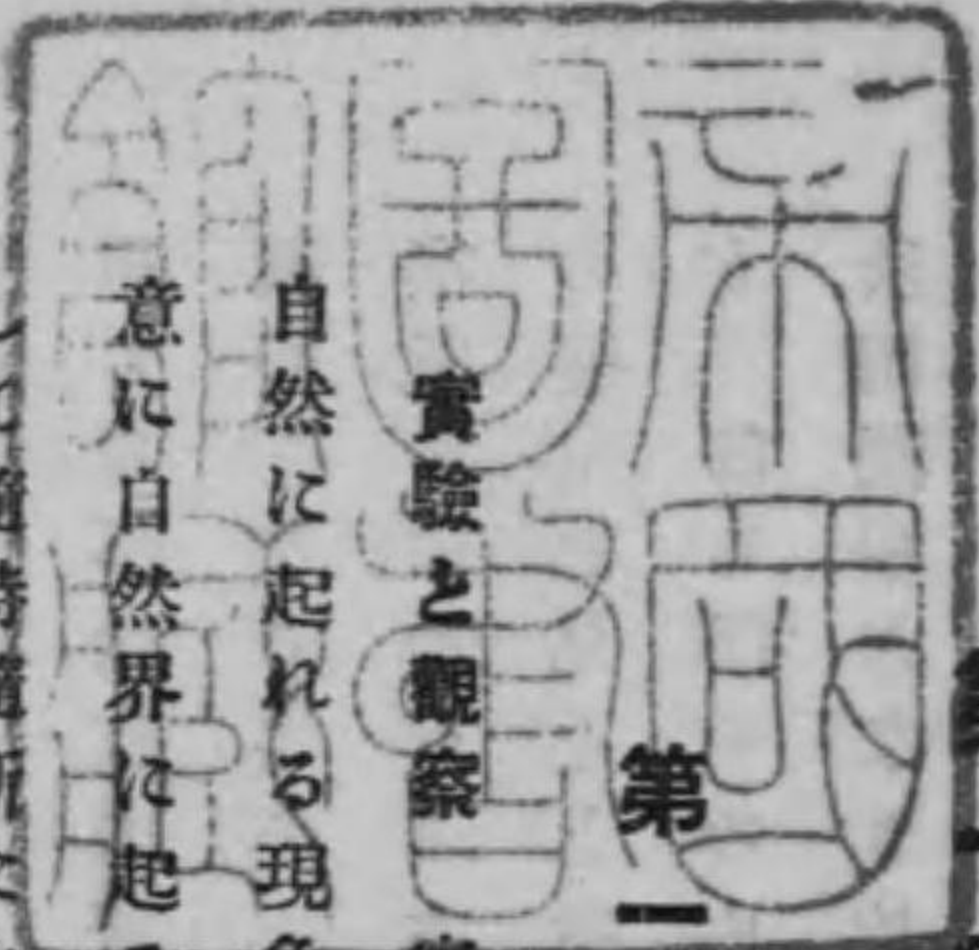
第三十四課 電動機、發電機……………二三一

目次終

於小學校にける理化兒童實驗法

第一編 兒童實驗方法論

第一章 實驗と觀察



實驗と觀察 實驗と觀察とを區別して考ふる時は、特に人工を用ひずして自然界に自然に起れる現象をありの儘に觀察するを觀察と稱し、或る現象を觀察せんと欲し故意に自然界に起る現象を縮少し又は廓大し、或は之を分解し、或は其の要部のみを抽出して隨時隨所に之を起らしめて觀察する事を實驗と稱す。されば觀察も實驗も自然現象を觀察する點は全く同一にして只其の現象を起さしむるにつきて、一は人工を用ひずして全く自然に起り來るにまかせ一は故意に人工を用ひて之を起らしむる點に於て異なるのみ。例へば遠方にて人の槌を以て物を打つを觀察して、槌の打ち下されて

より暫らく時間を経過したる後初めて音のきこゆるを知るが如き、又は煙火の上るを観察し、煙火の上りたる折直に音をきかずして光の既に消えんとする頃に至りて初めて其の音を聞く事を知りたるが如きは観察なり。之に反して一定の距離を定めて故意に音を發せしめ、發音せる時刻と音をきく時刻との間に一定の時間を要する事を觀測するが如きは實驗なり。時によりては全く同一なる現象にて或は實驗となり或は觀察となる事あり。例へば火鉢に掛けたる鐵瓶の盛に湯氣を出せるを詳に觀察して空氣中に於ける水蒸氣の變化を知るとせば之れ觀察なれども、空氣中に於ける水蒸氣の變化を見んと欲し、故意に鐵瓶に水を入れ火鉢に掛けて熱したりとせば之れ實驗なり。即ち同一の火鉢にて鐵瓶の湯を沸かす現象も其の自然に起れる時に觀察すれば所謂觀察となり、故意に其の現象を観察せんと欲して操作すれば實驗となるなり。

觀察と實驗との關係 然らば實驗と觀察とは如何なる關係を有すべきか。之に就ては三種の異なる場合を區別し得べし。

1. 觀察より直に假説又は法則を得る場合
2. 特殊の要求より直に實驗を誘起したる場合
3. 觀察より實驗を誘起して法則に到達する場合

觀察より直に假説又は法則を推定する場合とは自然現象の觀察のみより特に實驗を用ひずして直に假説又は法則を導き出すものにして、彼のニュートンが天體運行の模様を仔細に觀察し、又は前人が觀察したる結果を基礎として萬有引力の法則を發見したるが如きは其の一例なり。又或種の要求より直に實驗を誘起したる場合とは特に觀察を用ひずして直に實驗に入れるものにして彼の鍊金時代の化學者が貴金屬を製作せんと欲して種々の方法を試みたるが如き、或は人造絹糸の製造を發明せんとして種々の實驗を試むるが如きはその例なり。

然れども前者より得たる法則は概ね定性的にして前に掲げたる例に於ても音の傳達に時間を要する事は觀察によりて知り得べきも幾何の距離を傳達するに幾何の時間を要すべきかは正確なる實驗によらざれば知り得ざるが如し。ニュートンの如き天才を以てすら萬有引力の法則を徹底的に定量化する事能はずその恒數の測定は後世多くの學者の實驗に依りて初めて發見せられたるが如きを見て、此の様式が自然法則を攷究する完全なる様式にあらざる事を了知し得べし。されば此の方法は實驗不能の現象についてのみ止むを得ず行はるゝものにして其の例はあまり豊富ならざるなり。第二の場合も亦自然現象の一局部に於て特殊の要求によりて特殊の事項に就

きてのみ適用するものにして自然現象を一般的に攷究する普通の様式と稱すべからず。加之その要求も自然に對する知識の極めて豊富なるより惹き起され、其の研究も亦之等の知識を得て初めてなし得べきものたるなり。然らば自然現象を研究する最も普通なる方法は何ぞや。疑もなく、自然の現象を観察して之によりて疑問を起し若くは如何なる法則の行はれつゝあるやを想像し、實驗に訴へて之を解決し若くは法則を確かむるものにして、即ち第三の觀察より實驗を誘起し以て法則に到達する場合なり。例へば太古草昧の時代に於て固き石を石に投げつけたる時偶然にも火を發したる事を觀察して、固き石と固き石とを烈しく打ちつければ火の發すべきを想像し之を實驗して發火の法則を發見したるが如く。又は雷電の現象を観察して之が電氣の放電の現象に類似せるを知り、雷電の現象も亦放電ならざるかの疑問を起し、雨中雲の中に爪をあげ電氣の糸を傳ふて流れ来るを見て初めて其の放電現象なるを確かめたるが如く。古來理化學研究の大部分は皆此の様式によれるものなり。

觀察を基底とし實驗を從とする組織。自然現象研究の普通の方式を上述の如しとせば小學校に於ける理化教授の方法も亦此の様式によりて組織し得べきは勿論なり。即ち自然現象若くは附近にある工場を參觀せしめ、自然現象に對する疑問を起さしめ

又は其の法則を想像せしめ、之を確むる爲に實驗を行ふものなり。教室内の實驗に比較的困難を感ずる有機化學教材の教授に其の一例を取れば、

「瓦斯會社を參觀せしめて其の説明を與へ之に對する理解を充分ならしむる爲に適當なる實驗を加へて教授し尙ほ之に附隨して炭化水素の事柄を教へ。」

「清酒醸造の會社を參觀せしめて酒類醸造の方法を教ふると共に酒精の事を教へ。」

「梅酢の酸き事及紫蘇を變色する事を觀察せしめて梅酢及有機酸の性質を教へ。」

「製紙若くは砂糖製造の方法を參觀せしめて其の方法を理解せしめ附隨して炭水化物の事柄を實驗を用ひて教授し、

「紺屋を參觀し染色の方法を見聞せしめ之に附隨して染料及び色素の事柄を教ふ。」
如くして有機一般の事柄を教授すると同様の方法を用ひて凡ての理化教材を教授する事を得べし。以上の例に於ては主として會社を參觀せしめたるも物理教材に於ては自然現象を観察せしむる事多かるべし。

此の組織は自然研究の様式に一致するのみならず、最も興味ある方法にして兒童をして廣く自然に親しましむる事を得べきのみならず、眞に生きたる知識を獲得せしむる事を得べく、且つ兒童の理化的知識に著しく地方的特色を帯びしむる事を得べし。

然れども又觀察に多くの時間を要する事、觀察に資すべき十分の材料の備はらざる事、尙ほ自然の現象は複雑にして多數の原因が錯雜して一の結果を齎せる場合の多きより原因と結果との關係を明瞭正確に了知せしむる事の困難なる事、及地方的ならしむる長所の半面に於て一般普通に必要なる事柄に汎く渉るを得ざる事(一定の時間なる故等の缺點あり。故に現今小學校に行はるゝ最も普通なる方法は、

實驗を主として觀察と從とする組織なり。此の方法による時は前述の組織による缺點を或程度迄補ふ事を得れども、同時に前組織の長所を缺點として有するものなる事を忘るべからず。

然らば如何なる組織によるを適當とすべきかに就きては土地の情況によりて一様ならざれども、前者の方法によりて殆んど一般的の教材に涉りて觀察せしめ得る便宜を有する土地にありては前者の方法によりて試むる方興味多かるべく。普通の地方に於ては後者の方法によるを優れりとなすべし。本書が後に述ぶる方法は後者の組織による事を前提としたるものなり。但し後の組織による場合に於ても現時實施されつゝあるよりも遙かに多く觀察を加味せざるべからず。即ち實驗を行ふべき疑問及想像の出發點として日常の觀察を十分に利用し、又既に教授したる原理の應用とし

て自然現象を觀察して之を理解せしめ且つ其の法則を自然界に應用する方法を考察せしめざるべからず。修學旅行又は遠足等を行ふに當りて單に名勝舊蹟の探究をなさしめ能事終れりとなし、名もなき佛閣古墳の零細なる説明をば之をなす事を知り、國家經濟上有要なる製品を製作する工場は其の附近を通過しても一顧だに與へずして過ぐるが如きは決して兒童知識の平衡を得しむる所以に非ず。船にのりたる場合僅かの勞力と時間とを用ふれば働と反働との理論を觀察し若くは實驗し得るに拘らず、此の場合には之を閉却して省ずして後に教室に於て特に困難なる装置を作りて之を教授し實驗せしむるが如き、體操時間に綱引をなさしめたる折僅かに一言を費せば二力の方向反對なる場合の合力を十分に理解せしめ得るに拘らず特に定められた理科の時間に多くの時を費して之を實驗し説明するが如きは決して機會を捕へて之を活用するものにあらず。之を要するに理化の教授は教科書に示されたる儘の順序にしたがひ教室に於て教師は教壇に立ち兒童は机に倚りてのみ教授すべきものなりとの妄想を打破すべし。而して理化の教場を廣く室外にまで擴張し苟も兒童に教授すべき教材にして且つ理解し得べき適當の現象に遭逢したる場合には直に之を利用し、其の他の教材をのみ教室内に於て教授する様になすべし。但しこゝに教室外に於て隨

時自然現象を利用すべしといふも何等の成案なく單に其時の出まかせに之を行へといふにはあらず、確乎たる豫定と具案とを持する事全く教室内に於ける教授と等しくして唯異なる所は其場所の差異のみたるべき事勿論なり。小學校理科書の排列を檢するに實驗觀察の便宜を考慮して排列せる事極めて明瞭なり。されば土地の情況により、教授の便宜によりて之を取捨するは、盲目的にその排列の順序にしたがふよりも遙かに編纂の眞意に副ふものなり。

以上の如く單に消極的に自然現象を利用するに止まらず、旅行遠足等の時日場所等を豫定するに當り之等の條件を考慮して積極的に自然現象を利用する事も必要にして望ましき事に屬す。

第二章 理化兒童實驗の時代

本邦の小學校に於ける理化學教授發達の經路を歴史的に回顧する時は凡そ三つの階程を経て今日に至れるを知るべし。第一は説明時代にして第二は教師實驗時代第三は兒童實驗の時代なり。

(一)説明時代 説明時代とは凡て説明によりて理化的事實を教授し恰も讀本若くは

他の文科の教授と同一の形式を踏み、教科書を基本として之を朗讀解釋せしめ教師は單に之等の事實に就きて説明説話をなし以て理科教授の能事終れりと思惟せる時代を名づけたるものにして理化教授としては極めて幼稚なる階程なり。我國に於ては此の方法は或は土地の情況により或は教師の如何によりて一様に斷定を下し難きも概して言へば初めて理化が教科中に加へられたる時代より文部省にて理科書を制定せる前後まで行はれたり。

(二)教師實驗時代 然れども一方に於ては教授の風潮が單なる講義講述を排して直觀を尊重し、空論をさけて實物に據らんとする傾向に進展し來れるに伴ひて理化教授の如き自然を對照とし實驗を重んずる學科に於て先づその實行を急とせられたると、又他方に於て文部省理科書教師用の編纂の舉がたま／＼教師實驗の規矩を定め様式を示したると相俟ちて理化教授の實際は漸次講義の舊套を脱し新らしく教師實驗の時代を劃するに至れり。此の時代にありては實驗の可能なる教材はなるべく教師自ら實驗を行ひ之を觀察せしめて自然界に行はるゝ法則を理解せしめ、直觀に訴へて事理を知悉せしむるを以て理化教授の普通の形式と心得られたり。かくて教師用理科書を骨子として教師實驗方法の研究盛に行はれ、全國の小學校に於て概ね教師實驗の

設備を整へ、方法の研究を終れるに際し進展して止まざる理化教授の傾向は再び武装を新たにして今や、

(三) 兒童實驗の時代 に入らんとしつゝあるなり。是れ實に最近一二年間の趨向なりとす。

(四) 兒童實驗の要求されたる條件 吾人はこゝに暫らく何が故に兒童實驗の高調さるゝに至れるかの理由を考察すべし。其の理由の根本的なる條件の^一は疑もなく理化學そのものゝ性質より來れるものなり。理化學は自然科学なり。自然現象を對照として此の間に行はるゝ理法を研究して一定の法則を發見し、之を理解し、之を説明し之を利用せんとする學科なり。自然を研究せんには自然に對して興味を感ぜざるべからず。自然に對して興味を感ぜんには先づ之に親しまざるべからず。又自然の理法を發見せんには深き注意を拂ひて自然の現象を觀察せざるべからず。各種の自然現象を觀察する習慣を養成せんには先づ自然に親しまざるべからず。かく考察し來る時は教師實驗のみによりて理化學本來の面目を發揮し得ざるを自覺するは當然の經路なりとす。即ち教師の實驗を觀察せしめて單に自然界には斯る現象が行はれ、斯々の原因によりて斯々の結果を得と知らしむるに止まらず更に進んで兒童自らの手

によりて實驗を行ひて現象を起し、一定の原因より生ずる必然の結果を目撃せしめ、又自らの手によりて物に觸れ物を取扱はしめざるべからず。換言すれば正確にして十分なる理解を得しむる手段として教師實驗を觀察せしめて満足したる理化教授は、一步を進めて、自ら自然にしたしむる爲に兒童に實驗をなさしめざるべからずと思惟せらるゝに至れり。之れ實に理化學本來の性質の自覺より來れるものなり。此の萌芽は恰も教育教授の方法として唱へられかる作業主義の主張と、及び注入教授を排して個性を重んじ兒童の自發活動を盛んにすべしてふ思潮の勃興に培養せられて漸く育成の機運に向へり。而して此等の思潮に共鳴し此の運動を一層強盛ならしめ、その實行を促進したる有力なる原因として更に歐洲戰亂の影響を考へざるべからず。歐洲戰亂勃發の結果は從來諸外國に仰ぎ來れる器械藥品其他の物質の輸入に支障を及ぼし餘義なく之を國內に於て自給せざるべからざる境遇に立ち至らしめたり。是に於て幼稚なりし我國の事業界特に理化學工業は頻りにその振興の急を叫ばれ相競ひて各種の會社の設立を見、各種製品の製造を來すに至れり。從ひて發明發見の要求上下にみち、前人未發の原理及び方法を案出し之を利用せんとする傾向は益々隆盛に趣けり。かくて識者は此の要求を痛切に感じつゝ、教育の實際を反省し、發明發見的人

物を養成するには、現代の教育に相當の缺陷あるを自覺するに至れり。即ち在學中多量の知識を得しめんよりは寧ろ、卒業後絶えず研究を繼續し更に多量の知識を自ら獲得せんとする意志と方法とを養ふのまされるを思ひ茲に自學自習の必要を絶叫し、兒童實驗の急を唱ふるに至れり。

上に擧たる如き諸種の原因が相より相助けて今や理化學の教授は所謂兒童實驗の時代を作り、兒童實驗を課せざれば眞の理化教授にあらずと思考せらるゝに到れり。

第三章 兒童實驗教材の選擇

前章に於て小學校に於ける理化教授の趨勢は既に兒童實驗の時代に入れることを述べたり。然れども如何なる教材をも通じて凡て兒童に實驗せしむるは費用及時間の到底許さざる所なるのみならず兒童が實驗をなし得ざる教材にても教授する必要あるもの決して尠しとせず。是に於てか兒童實驗教材選擇の必要を生ず。然らば如何なる事項を標準として之が選擇をなすべきか。

(一) 實驗方法の難易及び危険の程度 兒童は未だ知識の程度低く且つ實驗の操作にも習熟せざるが故に單に注意と努力とによりて如何なる實驗をもなし得るものにあ

らず。故に實驗の操作の困難なるものは之を課するも到底豫期する現象を起し得ざる事あり。かゝる教材をまで實驗せしむるは徒らに無益の勞作を課するのみに止まらず却つて探究せんとする結果の了解に誤解を來さしむる虞あるものなれば兒童の程度に應じて十分に實驗をなし得るものを選まざるべからず。又危険のおそれあるものは之をさくべし。之等の教材につきては教師が周到なる注意を拂ひて實驗し兒童には單に其の現象を観察せしむるに止むべし。

(二) 教材の輕重 然らば兒童に實驗し得るものは凡て之を實驗せしむべきかといふに一定の時間内に教授すべき事項は比較的多くして一々之を實驗せしむる時は到底所定の時間内に豫定の教材を教授し終る事困難なり。かゝる見地より又兒童實驗の教材を取捨せざるべからず。此の場合には性質中の輕重を以て取捨の標準となすべし。例へば水素の實驗に於て兒童實驗として如何なるものを行ふべきか。學理上及應用上水素の性質中にて最も重要なものはその輕き事なるが故に一つの實驗をなさしむる場合には之をなさしむべく、二つの實驗をなさしむる場合には、實驗室に於て水素の檢出法として爆鳴の方法を屢用ふるを以て、空氣との混合氣體に點火して爆聲を發する事を加ふべく、尙時間の餘裕存する時は酸素中にて高熱を發して燃燒する實驗を

加ふべし。上にあげたる例は一教材内に於ける性質中の輕重によりて教材を取捨選擇したるものなれども、教材相互の間に於ても又同様の見解によりて兒童實驗の教材を選択すべし。

(三) 器械器具の價格及び設備 以上の他現在の小學校に於ては設備及び器械購入等の經濟的事情に左右せられざるべからず。完全なる設備を必要とするもの或はあまり多額の費用を要する器具等は之を整ふる事困難なるが故に之等は教師の實驗として行ふべし。

其他その實驗が兒童に多大の興味を喚起せしむるものは、兒童に理化學及び實驗を愛好する觀念を助長せしむる効果あるを以て性質上より批判すればあまり重要な事柄ならずとも之を選択するをよしとす。

第四章 教材取扱の方法

第一節 教師實驗と兒童實驗

前章に於て説述せる標準によりて兒童實驗の教材を選択したりとして教師實驗としては如何なる實驗をなすべきか。定まれる教授時間中に於て同一の實驗を兒童も

行ひ教師も行ふが如きは到底不可能の事なるのみならず其の効果も決して大なるものに非ず。されば教師の實驗は兒童實驗に於てなす事を得ざる教材に就きてのみなすを本體とすべし。例へば空氣の組成を驗する實驗の如き危険の惧あるもの、起電機を用ふる靜電の實驗の如く装置複雑にして實驗の困難なるものは教師のみ實驗をなして示すを可とす、又光の屈折を教授するに當りて光の屈折の直接の方法をば教師實驗として行ひ、水中にある物の浮き上りて見ゆる事若くは水中に挿入せる棒が水面にて急に曲りて見ゆる實驗は兒童になさしむるが如く、或は大氣の壓力を教授する場合に大氣に壓力ある事の實驗は兒童に實驗をなさしめ、其の大きさを調査する爲にトリチェリーの眞空を作る實驗は教師自ら行ふが如く、同一の教材中にも實驗の容易なるものは兒童に行はしめ困難なるものは教師自ら行ふべし。然れども初期にありては兒童は實驗の操作に習熟せず獨立して實驗をなし得ざるものなればかゝる場合には教師の實驗と兒童實驗と全く同一の實驗をなす事あるべし。例へば尋常五年の第一課空氣と土の項に於ては各實驗の操作毎に教師が範を示し兒童には之にならひて操作せしむべく、又酸素及水素の實驗等は教師先づ製法捕集の實驗を行ひて範を示し生徒には之にならひて捕集せしむべきが如し。

第二節 定量實驗と定性實驗

定性的實驗とは毫も量的關係を考慮せざる實驗にして定量的實驗とは量を測定し現象の原因と結果との間に於ける量的關係の研究に重きを置くものなり。小學校理科書に選べる化學教材は主として定性的實驗の材料なれど物理教材に於ては定量的に取扱ひ得るもの決して尠しとせず。概して言へば定性的實驗は初歩の階程にして物理學も化學も其の發達の初歩に當りては概ね定性的關係の攷究に止まりしが、物理學はガリレオ、ニュートン等の時代に到り實驗を重ねて之を量的に取扱ひ初めてより長足の進歩をなし、化學も亦十九世紀の初期ラヴォアジエ等が之を量的に取扱ふに至りて、同じく長足の進歩を遂げたり。之等の事實を以て推論する時は自然科學の徹底的研究は概ね量的實驗に其の最後の歸着點を有するが如し。故に小學校に於ても定量的に取扱ひ得る教材は成るべく之を定量的に取扱はしめ、兒童をして他日現象を定量的に考察する基礎を養成せざるべからず。例へば尋常五年第一課空氣と土の項に於て單に器中に水の入る場合には空氣が其中より排除せらるゝを實驗せしむるに満足せず、出でたる空氣と入りたる水とが全く等積なる事をも實驗せしむるが如くすべし。

各課の定量的取扱の方法は後に各課の實驗方法を詳説する場合に之を述べべし。

第三節 證明的方法と發見的方法

例へば對流の現象を教授するに當り(一)ビーカーに水を盛り此の中に鋸屑を入れて之を熱し鋸屑の運動を觀察せしめて水の對流を知らしむる實驗と(二)水を入れたる試験管の上部を熱し上部は既に沸騰せるも底部は依然として冷めたき事を知らしむる實驗とを課する場合、如何に之を取扱ふべきか。ビーカーの實驗を先にし試験管の實驗を後にす時は、前の實驗に於て水は對流によりて熱せらるゝを知るが故に後の實驗は全く證明的となる。之に反して試験管の實驗を先にしビーカーの實驗を後にすれば如何。試験管の上部の水は既に沸騰せるに拘らず底部は依然として冷水なるを知り、其の一端を熱するも他端の温まらざるは明らかに固體の場合に於ける熱の移動即ち傳導とは異なる形式によりて熱の移動するを確かめ、然らば如何なる様式によりて熱せらるゝかの疑問を解決する爲にビーカーの實驗をなさしめ、こゝに初めて對流による事を發見したりとせんか、兒童の喚起する興味は前の取扱の場合とは宵壤の差あるべし。前者の如き方法は證明的實驗にして後者は即ち發見的方法なり。兒童に

は第一義の智識即ち、恰も兒童自身が發見せる如き形に依りて智識を獲得せしむべしとは既に理科教授上の定論なり。證明的實驗を以て全然効果なきものとなすは當れりといふべからざるも、出來得る限り發見的方法によるを可とすべし。何となれば證明的實驗はその効果講義實驗と相遠からず、發明發見の興味と能力と習慣とを養成すべしとなす——兒童實驗の要求されたる——重要な條件は發見的方法によりて初めて十分に満足せしめ得べければなり。

如上の理由によりて教師實驗を交ふる場合に於ても出來得る限り發見的方法により、兒童をしてつとめて第一義の知識を獲得せしめざるべからず。酸又はアルカリの試験紙に對する反應を驗せしむるが如き些細なる實驗に於ても、單に青若くは赤の試験紙を入れよ赤又は青に變ずべしと教へて兒童に其の通り操作せしむるが如くば生徒實驗を課したる爲に幾何の効果を増し得べきぞ。試験紙を入れて其の反應を驗せよと命じ兒童自らが青赤二種の試験紙を投じ青は變色せざるも赤のみ青色に變じたるを見て其の液のアルカリなるを發見したりとせよ。操作の差異は僅少なるべきもその收むる効果の距離は決して相近きものにあらざるべし。

第四節 考察

實驗は自然現象の間に行はるゝ一定の法則を知らんが爲に行ふものなり。單に實驗のみを課して之より法則を抽象する事に注意せざれば其の効果の大半は滅殺せらるべし。例へば酸素の實驗に於て、マッチの餘燼を入れて見よ。硫黄に點火して挿入せよ。と命じ之を行はしめたりとするも、マッチは再び燃焼を初めたり、硫黄は紫色の焰をあげて美しく燃焼したり。と斷片的の結果を得たるのみにて酸素の性質を十分に了解したりと言ひ得べきか。否、否は單なる死知の集積に止まる。之を、酸素は物を盛に燃焼せしむといふ法則に歸納して初めて個々の實驗が完全なる意義を有するに至るなり。之れ實に自明の理なれども實際教授に於ては得て之を閉却する傾きあるものなれば十分なる注意を加ふべきものとす。特に兒童はかゝる斷片的の事象に注意を拂ひ之を記憶する能力は比較的に發達せるも、之等を一括して法則化する能力は缺如せるものなるが故に一層深き注意を拂はざるべからず。

又實驗と法則との間に相當の推論を要すべきものあり。かゝる實驗に於て其の推論を閉却すれば實驗は又其の價値の大部分を失ふが故にかゝる教材につきては、つと

めて論理的順序にしたがひ、一步一步考察を進め其の實驗より法則を抽出せしめざるべからず。例へば尋常五學年夏至の課に於て、太陽の高さを知らしめんが爲に棒の陰影の長さを測定せしめたる場合に、棒の影長さが故に太陽は低く、短かきにより太陽は高しと判断せしむるとせよ。日の高さとは棒の陰影の長短の關係を知れる教師に對しては單に既知の推論の一部を省略したるに過ぎざれど兒童に對しては未知の推論を省略したるものにして棒の陰影の長短より直に日の高低を斷定するは越え難き溝渠を一足飛に越えて對岸に達したるものなり。さればかゝる場合には考察を一步一步誘導し、或場合には補助實驗をまで行ひて太陽の高低と棒の陰影の長短との關係を十分に了解せしめざるべからず。之れも又往々等閑に附せらるゝ事實なれば深き注意を拂はざるべからず。

第五節 學年による取扱上の差異

兒童實驗は又兒童發達の程度によりて其の取扱の方法を異にせざるべからず。

第一期 指導實驗時代 尋常五學年に於ては、兒童は未だ器械器具の取扱及び實驗の方法に習熟せざるが故に主として指導實驗を行ふべし。即ち装置は概ね之を組み

立て、與へ、實驗は教師が模範を示し或は生徒と同一の操作をなしつゝ、全級一齊に一步一步之を行はしめ、實驗に關する考察をも丁寧に指導すべし。故に此の時代には教師實驗と兒童實驗とは重複する事多し。

第二期 指導的自由實驗時代 尋常五學年に於て指導的實驗によりて實驗に關する相當の習練を重ねたる上は、尋常六學年以後進んで指導的自由實驗の方法によるべし。蓋し何時迄も指導的方法にのみよる時は、兒童は獨立して實驗工夫するの能を養ふ事能はざるべく、教師は事務の繁に堪へざるべく双方とも益する事なければなり。此の程度にありては、特別の装置をのぞき他は概ね兒童自身に装置せしめ、實驗も一々教師模範を示さず、實驗をなすべき一事項につき實驗の方法觀察の要點等を指示し、詳細なる事項に就きては凡て兒童の自由に任すをよしとす。随つて兒童實驗と教師實驗とは全く異なる材料を取扱ふべく教師實驗としては兒童の全く實驗せざる教材のみを取扱ふに止むべし。

然れども等しく指導的自由實驗といふと雖も尋常六學年と高等二學年とは著しく生徒の心身の發達と實驗に對する熟練の度とを異にするが故に、同様に取扱ふべからざる事勿論なり。されば尋常六學年に於ては極めて狭き範圍に於て自由を與へ、高學

年に進むに隨ひ漸次自由の度を擴張すべきものとす。

第六節 其他

(一) 組分け方法 組分けの方法は一組二人を理想とすれども設備又は器械の都合によりては四人或は六人を一組とするも可なり。現象微細にして且つ簡易なる装置及器具にて實驗をなし得るものは二人一組となし、現象比較的大きく且つ明瞭にして装置の複雑なる實驗は二人組を二組又は三組合して行へば理想的なり。

兒童の組合せ方は單に身長順若くは姓名順によらしむべからず。かくする時は或組は優等生のみとなり他の組は劣等性のみとなるが如き虞ありて同一事項を同一時間内に實驗せしめ同一の結果を出さしむる事困難にして、随つて教授を混亂せしむる蔽あり。故に各組に適當に優等生及劣等生を配分し、各組の學力を大體に平均せしむべし。

(二) 装置の理解 器械器具及び装置につきては何故にかゝる装置をなすかを考慮し器械の構造を十分に理解する習慣を養ふ事極めて必要なり。例へば固體の線膨脹を實驗せしむる装置を使用したる場合には何故に針の先に麥稈を附したるやを考へし

め、針の回轉を廓大して觀察に便にする爲なるを知らしむると共に、他の棒を用ひずし何故特に麥稈を用ひたるかを考察せしめて輕き爲なる事を了解せしむべし。かくする時は輕きものを要する場合には麥稈を利用する事を知るべく、又かゝる装置を要する時麥稈の得難き場合には他の輕きものにて代用し得べきを知る等種々有益なる應用的智識を與ふる事を得べし。

第五章 實驗室及び實驗器械

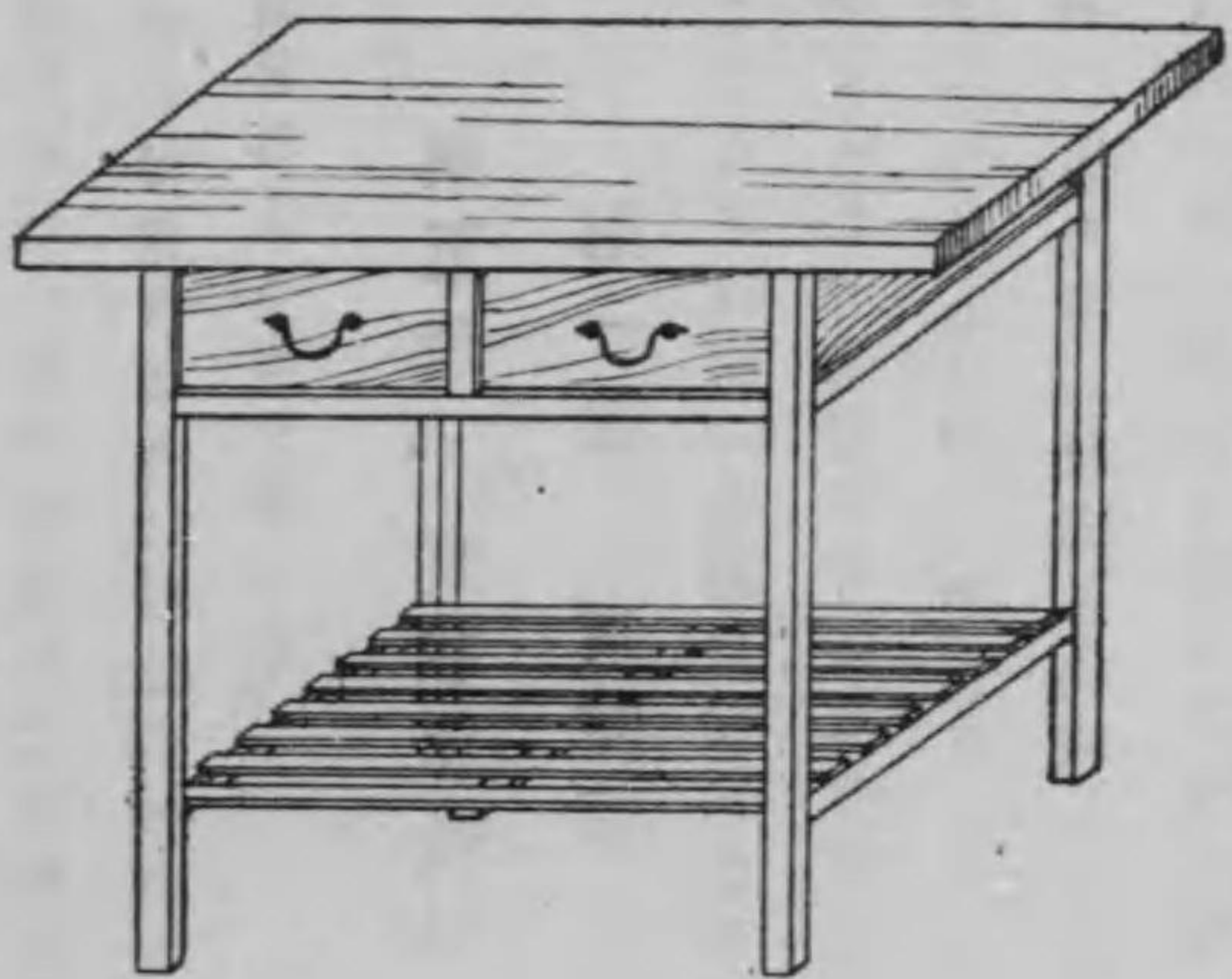
第一節 實驗室

理想としては特別の設備を有する特別教室を作るをよしとすれど、現時の小學校の實際に於てはその建造不可能なる場合多かるべし。然れども苟も兒童實驗をなさんと欲せばその最小限度の要求として小くとも普通教室の一を特に理科室に當てざるべからず。他の特別教室と共同して一室を設くる事は必ずしも不可ならざれども、作業をなす點のみの類似より手工室と理科室とを同一の特別教室に於て行はんとするはよろしからず。理科室には藥品其他塵埃の附着を忌む器械を備へざるべからざるに、手工は作業中常に極端に塵埃を出すものにして、兩者の共立は到底望み得べからざる

るなり。

(一) 給水装置 既に一定の理科室を設けたる場合には給水の設備をなすべし。出来

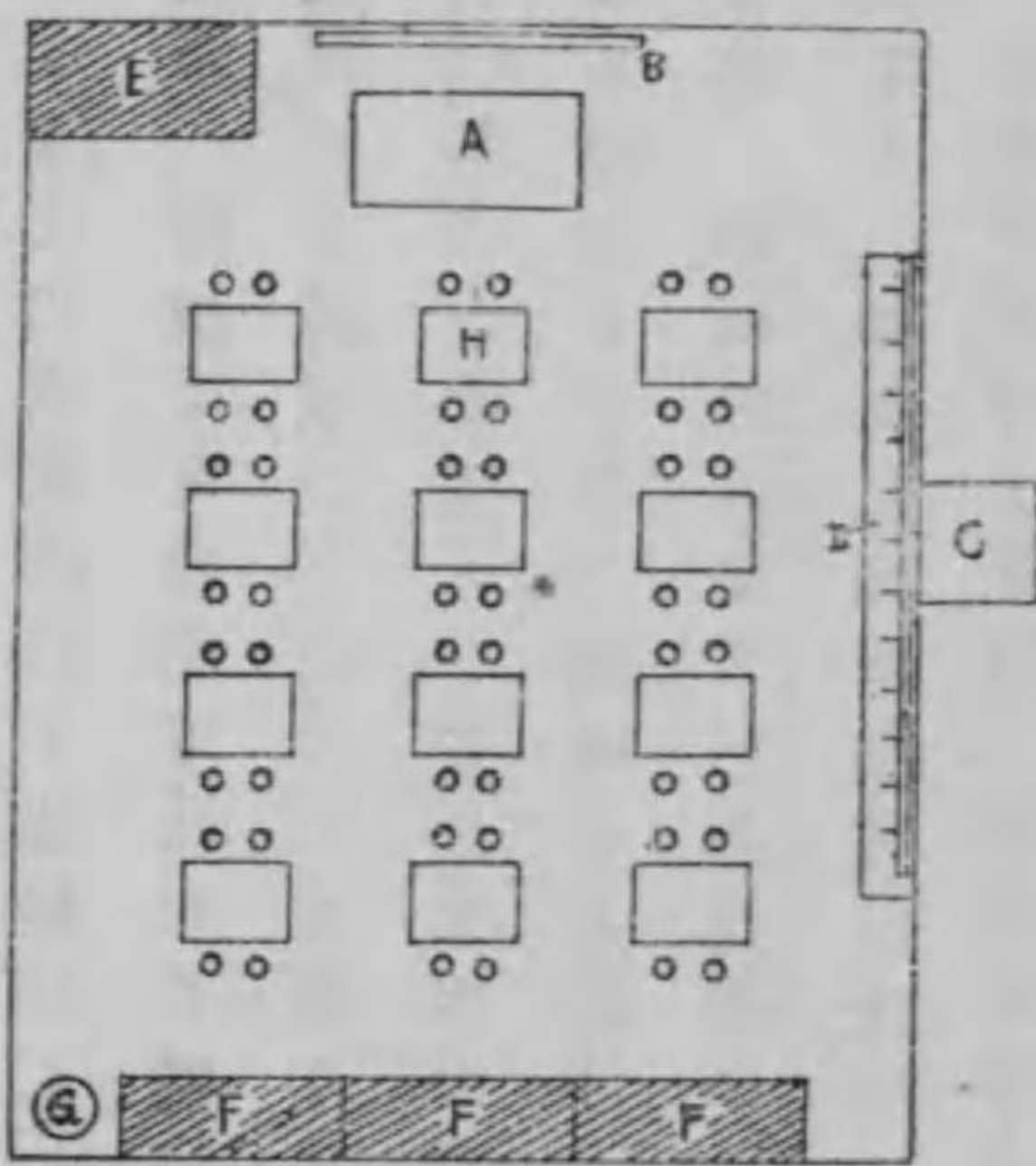
(圖一第) 機 驗 實



得べくんば其の室の中に生徒の組數と等しき水道の栓を設くるを可とすれども、事情の許さざる時は單に數個若くは一個の水道栓を設くべし。水源は水道敷設地に於ては勿論それを利用すべきも、若し水道なき時は四尺立方位の水槽を教室の外に設け桶によりて雨水を集積して之を用ふべし。

(一) 實驗機 實驗機は巾三尺長さ四尺位表面の平なるものを以て作ればよろしかるべく、若し費用の許す場合には之に抽出を附け平常貸し與へたる小器械を其中に入れ置かしむべし。かくする時は生徒器械戸棚の數を減少せしめ得ると共に、實驗時間中の混雜をさくる事を得べし。又下より五寸位の所に棚を設くる時は洗滌後水滴の未だ乾

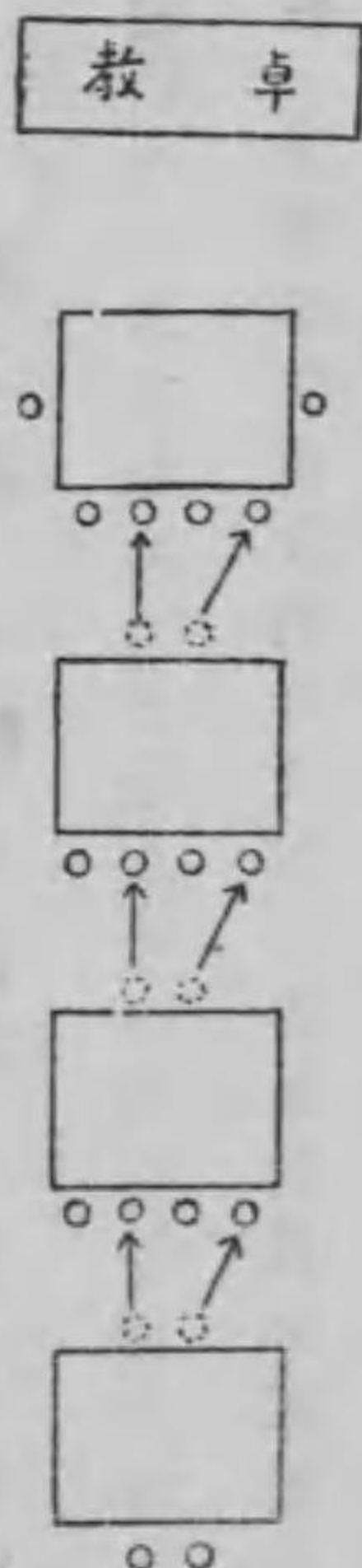
(圖二第) 實



A 教卓
B 黑板
C 水槽
D 流シ
E 藥品戸棚
F 器械戸棚
G 廢物奩
H 實驗機

かざるものを載する場合及びピレトルト臺の如き器械を平常こゝに置く事を得て利便頗る多かるべし。

(第三圖) 教卓に向はしむる時の配置



机の配置は第二圖の如くにし、同側の二人を一組として、實驗せしめ、四人一組の實驗には同一机の凡てを一組となして行はしむべし。又教師が考察をなさしめる場合又は教師實驗を観察せしむる場合、若くは講義を加ふる都合上教壇の方に向はしむる必要ある場合には第三圖に於て示せるが如く後向となれる生徒を前方の机によらしむべし。實驗室及實驗機の配置を圖示すれば上の如し。

第二節 實驗用器械の要素器具

生徒實驗に用ふる器械器具は如何なる條件を満足せしめざるべからざるか。

(一) 堅牢 兒童は取扱方拙劣にして器械器具を破損し易きものなれば器械は出來得るだけ堅牢なるものを用ひしむべし。一二回の使用によりて破損を來すが如き器械を用ふる時は其補充極めて繁雜にして爲に豫定せる實驗をなし得ざる事あるべし。

(二) 簡單 器械は可成簡單にして觀察せんとする現象のみよくあらはすものたるべし。複雑なる器械は高價にして多く備ふる事困難なるのみならず、徒らに器械の装置に多量の勞力と時間とを費し又は不用なる部分に兒童の注意を奪はるゝ事多くして主要なる現象を十分に觀察する妨げとなるべし。

(三) 正確 器械の具備すべき條件中上述の他に極めて必要なるはその器械の正確なる事項なり。如何に簡單を尊び堅牢を要求すとも之等にして若し正確なる結果を來すものに非ざる時は實驗は概ね徒勞に歸すべし。かるが故に器械はなるべく正確なる結果をあらはすべき事を要件とし、器械その物より誤れる結果を來たすが如き構造のものを用ふべからず。例へば水の側壓を試験する器械の如き、側方にある孔が眞に

壁に垂直ならずば或物は理論より上方に他のものは稍下方に又他のものは稍側方に向つて迷出するが如き結果となりて、決して豫期したる實驗の結果を得られざるが如し。簡易器械製作の場合には特に此の點に留意するを要す。

第三節 器械器具の購入

實驗に使用する器械器具の良否が實驗の結果に及ぼす影響の大なる事は恰も武器の如何が戦争の勝敗を左右するが如し。されば實驗器械の購入に當りては最も慎重なる調査を遂ぐるを必要とす。特に小學校に於ては限りある經費を以て成るべく多くの實驗を行ひ得べき器械器具を調ふる必要あるが故に更にその要求の重要なるを感ずるなり。然るに自己の物品を購入するに當りては一足の足履を購ふにも猶ほ相當の選擇をなすに拘はらず、學校の器具を購入する場合には深き注意を拂ふことなく、單にカタログによりて漫然と注文するが如きは其例決して尠しとせず。兒童及び學校を眞に愛する熱情を物品購入の末に至るまで進展せしむるは眞に望ましき事なり。近頃小學校兒童實驗の氣運に向へるに際し利を見るに敏なる製造業者及商人は競ひて之が實驗器械の製作をなしつゝあり。元より玉石混淆にして一概に之を評し去

る事能はざるも概して言へば一の製造業者又は商人の作製せる組織の凡てが完全なりとは言ふべからず。或物は甲會社が優れ又他の物は乙會社が秀で物によりては設計を與へて地方の職工に作製せしむる方却つて廉價なる場合もあり。特に一會社にて出來たる「小學校化學生徒實驗器械」とか「小學校物理生徒實驗器械」とか銘し凡ての實驗をなし得る様に整へたる物を購入するが如きは全然余の費する事能はざる所なり。其理由の一はかゝる組織は商人若くは或一人の立てたる組織にして特定の地方特定の兒童に必ずしも適合するものにあらざる事従つて不用の器具及び使用に堪へざる器械を含む事其理由の二は強いて一定の箱等に入るゝ都合によりて器械の堅牢度大さ數量等を制限する事。尙第三に取扱上の理由として常に其の箱を持ち出すとせば不用なる器具を迄出入せしめざるべからざる事を數へ得べきか。余が理想とする器械購入の方法は、先づ校長及び理科受持教員協議の上兒童實驗を行ふべき教材と實驗の方法とを決定し、次に多くの器械製作所の器械及び定價を比較研究して、同一定價にて同様の装置ならば堅牢なるもの、同一器械ならば定價の廉なるものを取りて何の實驗には何處の器械會社の如何なる器械を用ふべきかを決定し最後に現在の該小學校の經費と參照して多くの實驗に用ひらるゝものを先にし、特殊の實驗にのみ要する

器械を後にして逐次年を追ひて完成を期するを最良の方法とすべし。勿論設計を與へて地方の職工に作らしむる方安價なるものは之れに作らしむべし。かくするときは或ひは其の小學校に於て豫定せる實驗の完成には稍や長き年月を要すべきも、一時の流行に左右せられて急忙の間に不堅牢不精確なる器械を購入し一二年にして使用に堪へざるものを生じ補充買更への費用と手數とを浪費するに比すれば遙かにまされり。

如上の如き方法による時は各會社に器械を注文するの手數を要する事となるべきも、近在にある特約點又は取次點に注文せば其の繁雜の一部を輕減する事を得べし。特に實際には同一取次店にて各會社と特約せるが如き場合多きを以つて、かゝる場合には何等困難なる事なし。又多くの場合に於て本社に直接に注文するよりは近在の取次店に注文する方器械の取替へ破損物の請求其の他萬端に好都合なる場合多し。

尙ほ器械の選擇上の注意として最後に加へたきは、何れの實驗にも多く用ふる器械例へばスタンドの如きものは高價なるをいとせず思ひ切りて丈夫なる物を選択するを可とすべく、又近頃硝子器を濫造する結果不堅牢なるもの多ければ硝子器購入の際は特に選擇に意を用ふべき事是なり。

第四節 器具器械の整理及び保存

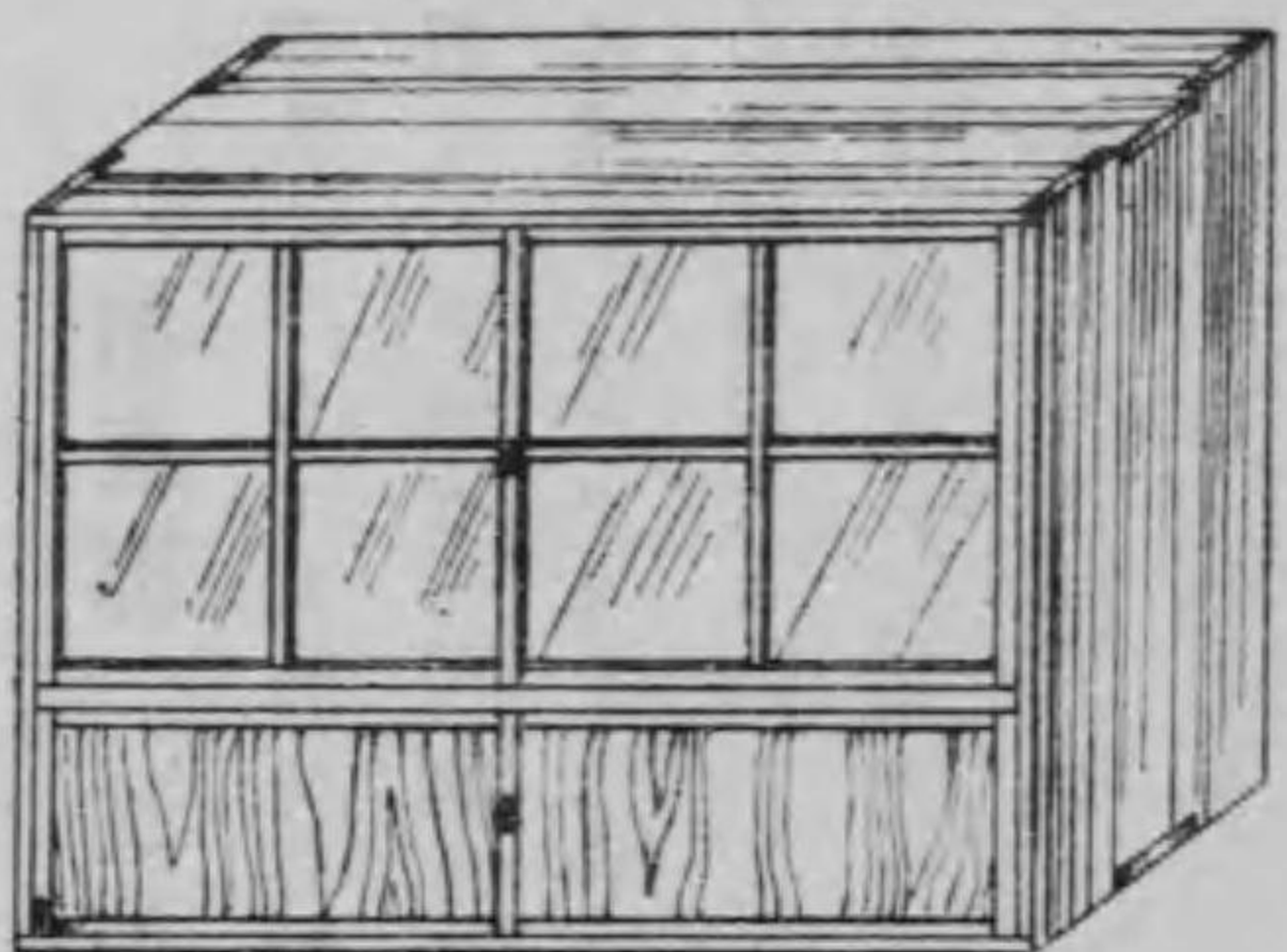
器械器具の整理及び保存の良否は實驗の難易を決定する一の有力なる動因にして、而も極めて困難なる事項なりとす。

(一) 組別か器械別か 器械を各組別にして保存すべきか、或は又同種の器械によりてまとむべきかは此の項を説述するに當り最初に逢着する問題なり。前者による時は器械戸棚の體積を要する事多く或場合には實驗の混雜を惹起すべく、後者による時は其の實驗に要する器具を凡て教師が整へて教室に持ち運び之を煩つる繁に堪へざるべし。余の經驗によれば廣く各種の實驗にしばしば用ふる器械器具は之を生徒に貸し與へ特殊の實驗にのみ用ふる器械は之を器械別となす事最も便利なり。例へばスタンド、酒精燈、試験管、水槽、フラスコ等の類は平常各組に貸し與へ一定の戸棚若くは抽出しを定めて之に入れ置かしめ、必要に應じて之を取出して使用せしむるが如くし、槌子、錘、磁石、電池の如きは之を器械別となすべし。器械別に保存する器械につきて特に注意すべきは、同種の器械を必ず一つの箱に入れ置く事なり。かくする時は戸棚より教卓に持ち運ぶ場合の手數を容易ならしめ得ると共に、破損の虞をもさくる事を得べし。

し。如何なる器械器具を貸し與へ置き、如何なる器械器具を器械別になして整理すべきかは各學年の教材を精査したる後決定すべし。

(二) 器械及び藥品戸棚 兒童の各組に平常貸し與ふる器械器具を整理する戸棚は第

(圖 四 第)
棚 戸 械 器



四圖の如く作るをよしとす。普通大の戸棚を用ふる時は兒童の身長に適當せざるが故に出入に不便にして随つて破損を來し易く、且つ各組上下に交錯して混雜に陥り易し。

器械別になしたる器具を整理する戸棚は普通のものにて可なるべし。

藥品戸棚は錠前を特に堅固に作るべく、光に感ずる事を忌む藥品を入れる、爲下部に木製の戸ある部分を設くれば便利なり。又液狀藥品を藏する棚は可成硝

子を敷くをよしとす。

之等の戸棚は實驗室内に都合よく配置し置く事必要なり。若し實驗室の面積の都合上之を室内に置く事はざる場合には隣室又は實驗室前の廊下に据え置くべし。

實驗室より遠く器械器具室を設くる時は實驗毎に器械を運搬するに多くの時間と勞力を要し、引いては實驗を困難ならしむべく、又運搬の間に破損を來す割合も比較的多かるべし。

第五節 其他の注意

器械器具につきて其他に注意すべき事項は一度用ひたる器械の組立ては可成其儘保存し置くべき事なり。例へば試験管にて小發生機を作りたる場合には其の試験管には常に其のコルク栓を附け、決して之を分離せず、保存し、再び小發生機として必要なる時の外は如何なる場合と雖も其の一を他に用ふるが如き事あるべからず。試験管の口徑は大體に於て相近きものなれども精密に調査する時は各幾分か太さを異にし正確に相一致する物は決してある事なし。さればコルク栓は何れの試験管にも都合よく當てはざるものにあらざるが故に一度其の一方を他に流用したる場合には、次に其の装置の必要な折、正密に一致するものを探索するに非常なる手数を要し遂には全く新たに其の装置を作らざるべからざるに至る事あるべし。かくの如くば器械の準備に莫大なる時間を要し決して兒童實驗を多く課する事能はざるなり。萬一其

の一方を他に使用せざるべからざる場合には双方に記號を附し、使用後直に元の装置に作り置くべし。教師實驗用の装置に就きても同様の注意を拂ふ時は器械準備の勞力を著しく軽減する事を得べし。

又豫備として一二組餘分の装置を作り置き、實驗中或組の装置の破損したる時は直に之を代へて實驗を繼續せしむべし。豫備の装置を生徒に使用せしめたる場合には其の時間の終りに新たに豫備装置を作りて之を補充し置く事を要す。何時何れの種類の實驗をなすにも必ず一二の器械装置を新たに作らざれば兒童實驗を行ふ事能はざるが如き情況なりとせば兒童實驗を課する上に障害多く或場合には多忙の爲準備をなし難くして、或は實驗の時間を繰り更へて適當の時機を失し甚だしきは之を略する等の惡結果を招致するに至るべし。

教授及び實驗に要する器械藥品材料等は凡て理化室内に備へ置くを便利とす。之れ如何に精密なる注意を拂ひて準備をなすとも時には手落なきを保し難し。此の場合一々他の室に整へに行くは面白からざるが故に假令手落ありたる場合にも直に其の室にて整へ得る様になし置く事必要なればなり。

第六章 實驗時間中の注意

(一) 器械器具の準備及整理 教師は實驗時間前に兒童實驗に要すべきもの及び教師の補助實驗に要すべき器械器具材料等を詳に調査し實驗に當りて毫も支障なき様準備し置くべし。實驗を開始せる後に至りて初めて其の器械の不足に心付き急に之を準備するが如きはよろしからず。かくて教授時間の初めに當り必要なる器具材料を指示し兒童各組に貸し與へある器具中必要なるものは各組の當番をして之を取出さしめ、教師が持參せる器具及び材料は教室當番に命じて各組に配布せしむべし。器具材料の準備のすみたる後教師は更に該實驗に要する器具材料を一々あげて各實驗机の上に其の器具及び材料の整へあるや否やを兒童に調査せしめ、各組に充分に準備整ひ何等不足の品なきを確かめたる後實驗の操作を命ずる様になすべし。然らざる時は兒童の準備既に成れりと思惟して操作を命じたる後各組の兒童より不足の品を申出で破損せるを告げ或は忘却せる器具をひそかに自組の戸棚より持ち來る等種々の混雜を惹起して實驗を困難ならしむるべし。實驗のすみたる場合には、兒童をして實驗に使用したる器具をよく洗滌せしめ、平常貸し與へある器具は自組の戸棚の元位置

に整理し、其の時間特に煩ちたる器具は之を教卓に返さしむべし。又其の時間に破損したるものあれば必ず申出づる習慣を養成し置く事を要す。教卓に返したる器具は教師が個數を調べて之を元の箱に收め戸棚に藏し置くべく、又破損の申出に對しては其時間内に直に之を補充し置くべし。之を怠る時は次に他の學年が來りて實驗をなす時思はざる狼狽と困難とに逢着するを免れず。

(二) 目的及び觀察の要點の指示 一の實驗をなさしめんには先づ其の實驗の目的又は觀察の要點を明瞭に指示する事必要なり。兒童は不必要なる現象に注意を奪はれ、肝要なる觀察點を忘るゝ事稀ならざるが故に此の點には十分なる注意を拂はざるべからず。

かくて兒童が既に實驗の操作にとりかゝれる後は、教師はつとめて机間を巡視して其の装置及び方法の正しきや否やを監査すべく、特に示されたる觀察點をよく觀察しつゝありや否やを検すべし。尙偶發の事項又は特に全般に注意を與ふる必要を生じたる場合には隨時實驗を中止せしめて注意を與ふべく併せて兒童隨時の質問に應ずべし。

(三) 器具取扱上の注意を明示する事 兒童は器具の取扱に習熟せざるが故に往々に

して無理なる取扱をなし又は其の使用方法を誤る事あるものなれば實驗をなさしめんには必ず器械器具取扱上の注意を與ふべきものとす。

(四) 豫期せざる結果を得たる時 實驗の装置の不備若くは方法の悪しき爲豫期する結果を得がたき場合も亦尠からず。かゝる場合には如何なる點に缺點ありしかを反省して更に精密に實驗を繰返さしめ豫期したる結果に到達せしむべきものなりと雖も、豫期に反したる結果をも亦考慮する事なくして捨つべきものにあらず。凡そ實驗の結果は豫期と異なるものと雖も必ず一定の原因に對する一定の結果にして決して誤れるものに非ざるが故に何故にかく豫期に反したる結果を得たるかの原因について考慮し、不分明の個所あらば之を質問せしむるの習慣を養成すべし。發明及發見の徑路は様々なりと雖もかゝる副次的の結果に對する原因探究の思考よりヒントを得たるもの尠からず。其他直接の利益としては兒童に適切なる實驗上の注意を自覺せしむるを得ると同時に、教師としては兒童が常に陥り易き實驗上の缺陷を悟り爾後再び同様の失敗をくり返す憂を未然に防止するの利益あるべし。

(四) 各組内の生徒に對する注意 數人の生徒を一組となして實驗せしむる場合に最も注意すべきは其組内の一人一人が各自實驗をなす心持にて順序を追ひて其の現象

を精細に觀察する事なり。或者は或部分を勝手に實驗し、又他の者は他の部分を隨意に實驗し、同一組に於て同時に二ツ以上の實驗を行ひ他人の操作に全く不注意なるが如き事は往々にして見る所なり。されば此點には教師が充分に意を用ひて、仕事の便宜上手別をなして操作すと雖も全く自己一人にて爲すと同様に心得、よく其の現象に注意する習慣を養成する事肝要なり。

又一實驗をなしたる結果を藏する器具をも實驗の順序に隨ひて整然と排列し置く習慣を養ふ事も必要なり。例へば酸素の性質の實驗に於て何れがマッチの餘燼を燃焼せしめたるものなりや、何れが硫黄を燃したるものなりや全く不明となる事あり。かくの如くば後に石灰水を入れて其の反應を試みんとしても何れの捕集圓筒に注加すべきかに迷ふべし。斯の如くしてよく實驗の効果を收め得べきか。之等の點に就きては充分なる注意を拂はざるべからず。

第七章 應用問題

(一) 法則應用上の修練をなさしむる上より 理化教授の最後の目的が自然現象の理解とその應用とにある事は既に述べたるが如し。若し兒童が得たる法則にして自然

現象の理解に應用さるゝ事なくば、如何に多くの法則を知り得たればとて、それは凡て死物にして何等益する所あらざるべし。かるが故に兒童をして既に得たる法則を應用するの修練をなさしむる事は極めて必要な事項なりとす。此の意味に於て教授時間中或はそれ以外の場合に於てもつとめて多くの應用問題を課し之を解説する習慣を養成すべし。

(二) 自然現象觀察の習慣と興味とを得しむる上より 人生れながらに酒を嗜む者はあらざるべし。幼小より喫煙の興味を有する者も亦稀なるべし。然れども壯年及び老年に及びては一日と雖も之なくしては生活し難きもの其例決して乏しからず。之固よりその本性にもよるべきも少くとも其動機としては何等かの原因によりて酒及煙草にしたしみたる爲遂に習慣となりて斯の如き強烈なる嗜好となりたるは疑を入れざる所なり。

上述の例の示すが如く最初には特殊の感興を覺えざる者も之を繰返すにしたがひて漸次習慣となり興味を喚起するに至るものなり。されば兒童をして自然現象觀察の興味と習慣とを得しめんと欲せば可成多く應用問題を課し、つとめて自然に接觸せしめざるべからず。此の見地より兒童に應用問題を課する事極めて必要なり。

(三) 實驗觀察の便宜の上より 教室内に於て之を調ふる事比較的困難なる材料も家庭に於ては比較的容易に得らるゝ場合あり。又豫定せる教授時間内には起らずして偶然に惹起する現象あり。之等の材料を取扱ふに當りては豫め法則若くは豫備的知識を授け置き兒童各自自由に之を實驗觀察せしむるをよしとす。かゝる意味に於ても亦應用問題を課するの必要を生ず。

(四) 時間の上より 小學校に定められたる教授の時間に於て種々豊富なる理化的知識を授くる事は頗る困難なる業なり。されば可成多くの知識を得しめんと欲せば其の教材の或部分は應用問題として課し教授時間以外に於て兒童に課するを適當とすべし。

上述の如き種々の理由よりなるべく多くの應用問題を兒童に課し一面兒童の知識内容を豊富ならしむると共に併せてその應用の自在なる様に指導するを可とす。

(一)尋常科第五學年
兒童實驗項目及器具材料表

課及び題目	實驗事項	器具	材料
第一課 空氣と土	地上に普く空氣の存在すること 地面及び空氣の溫度	硝子水槽 漏斗 試験管 陶器製水入 寒暖計 ビーカー	
第十四課 夏至 冬至	氣候	寒暖計 ビーカー	
第四十四課 冬至 氣候	氣候	寒暖計 ビーカー	
第四十五課	桿秤の使用法	桿秤 錘	

物の重さ	物の浮沈 物の輕重	錘と同大の木片 石 ビーカー ゴム風船 空氣銃 フラスコ(栓附)	
第四十六課 空氣の性質	形の變じ易きこと	空氣銃 フラスコ(栓附)	
第四十七課 水の性質	水の體積の變じ難き事	水鐵砲 水槽	
第四十八課 熱	熱の發生 熱と物の體積	錐 金屬棒 木臺(二個) 針 酒精燈 體膨脹試驗器 スタンド	木片

兒童實驗項目及器具材料表

第四十九課

水の三態及び寒暖計

水の水蒸氣に變ずること

水蒸氣と湯氣

沸騰水より出づる水蒸氣の溫度と其の水の溫度

氷と水の交れる時の溫度

水の氷に變ずること

金網

フラスコ

スタンド

酒精燈

寒暖計

試験管

ビーカー

フラスコ

食鹽

氷

第五十課

風と雨

風

ランプホヤ

ローソク

線香

マッチ

ローソク

マッチ

第五十一課

火

火が新らしき空氣を要すること

試験管(導管附)

マッチ

第五十二課

酸素

發生捕集

スタンド

水槽

酒精燈

燃焼匙

集氣瓶

鹽素酸カリウム

二酸化マンガン

石灰水

小蠟燭

マッチ

第五十四課

水素

水素の發生捕集及び其の性質

廣口瓶(漏斗及瓦斯導管附)

水槽

試験管

亞鉛

硫酸

マッチ

第五十五課

炭酸瓦斯

發生捕集

廣口瓶(漏斗及瓦斯導管附)

集氣瓶

試験管

石灰石

稀鹽酸

ローソク

マッチ

石灰水

マッチ

木片

第五十六課

燃燒の生成物
木の燃ゆる時水及び炭酸瓦斯を生ずること

廣口瓶

蒸發皿

石灰水
四四

(二)尋常科第六學年

課及題目	實驗事項	器具	材料
第一課 泉井	雨と地下水	漏斗 スタンド ビーカー	砂 粘土 普通の土 瀘紙 食鹽
第四課 食鹽		試験管	食鹽
第二十五課 硫黄	熱によりて液体となり 又氣體となること 金屬と化合すること 燃え易きこと	試験管 試験管挾 酒精燈 ピンセット 硝子棒	硫黄 銅細線 銀貨

課及題目	實驗事項	器具	材料
第二十七課 石炭	石炭瓦斯	スタンド 試験管 廣口瓶 酒精燈	石炭 マツチ
第三十二課 鹽酸 硫酸 硝酸	鹽酸 硫酸 硝酸	ビーカー 試験管 硝子管 試験管臺	鹽酸 硫酸 硝酸 試験紙 紙片 布片 亞鉛 銅屑 マツチ
	苛性ソーダの溶液	ビーカー 試験管	苛性ソーダ 炭酸ソーダ

兒童實驗項目及器具材料表

第三十二課

苛性ソーダ炭酸ソーダ

苛性ソーダと鹽酸との中和
苛性ソーダの動植物に對する作用
炭酸ソーダ

試験管臺

ガラス棒

ピンセット

酒精燈

試験管

蒸發皿

硝子管

試験管臺

水槽

錘

糸

三角定規

錘

槌子

振子

鹽酸
毛糸
試験紙
マツチ
生石灰
試験紙

第三十四課

石灰アムモニア

石灰
アムモニア

第三十五課

重力

鉛直線
水平面

第三十六課

槌子

二力が支點の兩側に働くと槌子が支點の同じ側に働く槌子

第三十八課

振子

振子時計

第四十課

光の直進

光の直進すること

第四十一課

光の反射

平面鏡に當れる光の反射

第四十二課

平面鏡

平面鏡によりて生ずる物體の像

第四十三課

光の屈折

光が水より空氣に出づる時の屈折

第四十四課

凸レンズ

凸レンズによりて生ずる實像
凸レンズによりて生ずる虚像

第四十六課

磁石

磁石の鐵を引くこと
磁石の南北を指すこと
磁石の兩極は其性を異

兒童實驗項目及器具材料表

スタンド
ランプホヤ
厚紙
平面鏡
圓筒二個
三角定規
平面鏡
厚紙
蒸氣皿
銅貨
ビーカー
凸レンズ
厚紙
棒磁石

線香
マツチ
ローソク
ローソク
鐵粉

第四十七課 電氣	電氣の起る事 導體不導體 二種の電氣	磁針二個 硝子棒 エポナイト棒 絹布 毛皮 絶縁柄ある金屬 電氣振子 電池 導線二種 磁針 電池 電磁石 簡易電信器 導線 釘	木線針
第四十八課 電流	電流の磁石に對する影響		
第五十課 電鈴電信機	電磁石 電信機		

(三) 高等科第一學年

第五十二課 食物	澱粉 脂肪 蛋白質	ビーカイ 試験管 試験管臺 蒸發皿	葛粉 牛脂 雞卵 ヨロド液 マツチ 箸
-------------	-----------------	----------------------------	------------------------------------

第十七課 鹽酸	鹽酸ガス 鹽酸	スタンド 試験管 瓦斯導管 酒精燈 水槽	食鹽 濃硫酸 試験紙 マツチ
------------	------------	----------------------------------	-------------------------

兒童實驗項目及器具材料表

第十八課

鹽素

スタンド
試験管
瓦斯導管
酒精燈
角製匙

二酸化マンガン
濃硫酸
花ある草葉
試験紙
墨書せる紙片
アンチモン粉末

第十九課

苛性ソーダ

ナトリウム

ビーカー
ビンセット
小刀

瀝紙
ナトリウム
試験紙

第二十課

炭酸ソーダ

炭酸ソーダの性質

試験管
試験管臺

炭酸ソーダ
マツチ
鹽酸
石灰水

第二十一課

カリウム

炭酸カリ

漏斗
ビーカー
試験管

灰
瀝紙

第二十二課

マグネシウム

マグネシウム

ピンセット
試験管

紐状マグネシウム
マツチ
鹽酸
硫黄
硫酸
亜鉛

第二十三課

亜硫酸ガス

亜硫酸ガス

試験管
試験管挾
漏斗
スタンド

銅
鐵

第二十四課

硫

硫酸

酒精燈
集气瓶
燃燒匙
スタンド
漏斗

草花
試験紙
銅屑
稀硫酸

第二十四課	硫酸鹽	硫酸銅	ピーカー	五倍子浸出液
第二十五課	力	力の働	試験管	綠礬
第三十六課	慣性	力をうけたる物體の運動	試験管挾	濾紙
第三十七課	運動の變化	運動を初むる物體	磨きたる鐵線	洋紙
第三十八課	二力の組合	運動を起したる物體	酒精燈	
第三十九課	働と反働	方向の變化	球(大、小)	
		二力の方向の異なる場合	鉛球	
			厚紙	
			ラムネの球	
			木片	
			マツチ箱	
			錘及び糸	
			板	

第四十課	槌子	支點が力の働く二點の間にある槌子	錘	支點が中央にある槌子
第四十二課	滑車	支點が一端にある槌子	支點が一端にある槌子	支點が一端にある槌子
第四十三課	斜面螺旋	斜面	滑車(定及動)	
第四十五課	摩擦		紐	
			錘	
			斜面	
			散彈	
			尺度	
			石	
			桿秤	
			臺	
			斜面	
			車	

兒童實驗項目及器具材料表

摩 擦

散 彈
硝子枚

(四) 高等科第二學年

課 及 び 題 目	實 驗 事 項	器 具	材 料
第 一 課 液體の壓力	液體の壓力を各方に傳ふること 液體の重さによりて生ずる壓力	水鐵砲 ランブホヤ ブリキ圓板 液體の側壓試驗器 コルク栓 漏斗 ゴム管 ビーカー 水槽	
液體の釣合			

第 二 課 密 度、浮 沈	第 三 課 石 油	第 四 課 炭 水 化 物
水中に沈めたる物體が重さを減ずること	石 油	澱 粉
スタンド アルキメデスの原理を示す器 ビーカー 浮沈子 試験管 桿秤	蒸發皿	硝子棒 廣口瓶 スタンド 酒精燈 試験管
吸取紙 揮發油 燈用石油 マツチ	澱粉 沃度丁幾	飯 砂糖

第 五 課	第 六 課	第 七 課
アル コ ー ル	醋 酸	脂 肪、 油

アル
コ
ー
ル

醋
酸、
有
機
酸

石
鹼

角製匙
試験管挾
燃燒匙

試験管
酒精燈

試験管

ビーカー
スタンド
金網
蒸發皿

石灰水

酒
精

沃
度

樹
脂

醋
酸

酢

梅
酢

試験紙

夏
蜜
柑
の
皮

牛
脂

苛
性
曹
達

ア
ル
コ
ー
ル

第 八 課
蛋 白 質

蛋
白
質
の
反
應

第 十 四 課
傳 導、 對 流、 輻 射

熱
の
傳
導

對
流

輻
射

硝子棒

酒精燈

試験管

酒精燈

試験管挾

硝子棒

試験管

ビーカー

酒精燈

金網

厚紙

試験管挾

スタンド

熱の傳導試験器

ガラス管

卵
白

濃
硝
酸

苛
性
ソ
ー
ダ

硫
酸
銅
溶
液

鋸
屑

第十五課 大氣の壓力	大氣の壓力	集氣瓶 スリ硝子 凸レンズ	古葉書
第二十一課 凸レンズ	凸レンズを通過する光の屈折する有様	凸レンズ レンズ臺 白色の厚紙 尺度	
第二十二課 凹レンズ	凹レンズによりて生ずる像	凹レンズ	蠟燭
第二十八課 電氣の感應	電氣の感應	電氣盆 之に附屬せる金屬板 電氣振子	
第三十四課 電動機、發電機	電動機	電動機 電池 導線	

第二編 兒童實驗の實際

尋常科第五學年

第一課 空氣と土

準備器具 硝子水槽、漏斗、試験管、陶器製水入、寒暖計

地上に空氣の普く存在すること

實驗 (一) 机上にある硝子水槽に水を入れよ。漏斗を取り其の細き方の口を指にて塞ぎ倒にして水中に押し入れよ。水は漏斗内に入るか。次に漏斗の口と漏斗の中とを注意して觀察しつゝ、口を塞げる指を緩めて隙間を作りて見よ。口より遁れ出でたる泡は何か。漏斗内は如何になりしか。

考察 (1) 口を塞げる時漏斗内に水の入りざりしは如何なる理由か——空氣ある爲。(2) 口に隙間を作りたる時水の入りしは如何なる理由か——空氣の遁れ出でたる爲。(3) 器物に水を入るゝ爲には如何なる事を必要とするか——空氣を遁れ

出でしむる事。水入を用ひて之を實驗せよ。(水入の中央の孔を塞げるまゝ水中に入れて取出し、水の入らざりし事を見て證明せしむる豫定。)

實驗(二) 試験管に水を満して水槽中に倒に立て、左手にて他の生徒にても可、水入の中央の孔を塞きたる儘水中に入れ、水中にて口を稍高く傾けて試験管の口の下に持ち來れ。孔を塞げる手をゆるめよ。試験管に満ちたる空氣は何處より來れるか。

實驗(三) 水入より空氣が出で終りたる後試験管に集まれる空氣の境(試験管中の位置)を指にて印をなしつゝ、水をよく捨て、水中より取出せ。次に水入を水をこぼさぬ様取出し、其中の水を前の試験管に注下せよ。試験管に入りたる水の體積を先の空氣の體積とを比較せよ。

考察 水入に入りたる水の體積は之より出でたる空氣の體積と如何なる關係があるか——相等し。

地面及空氣の溫度

實驗(四) 只今の室内の溫度は華氏何度か。又攝氏何度か。寒暖計を用ひて之を測定せよ。

教授上の注意

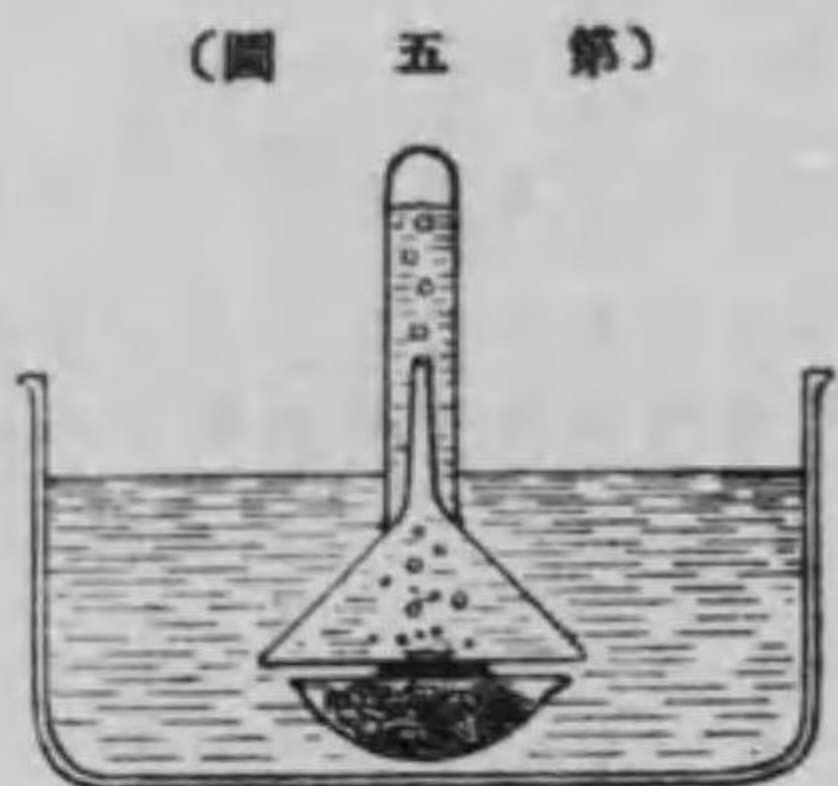
1、**實驗(一)**は講義實驗と同時に進行せしむべし。即ち教師自ら漏斗を持ちて示し兒童にも同様に持たしめ、教師が之を水中に押下し、同様に生徒をして押下せしめて行ふべし。

2、**實驗(一)**の考察に於て、空氣あるが爲に水は入らずと考へしめたるが、之は空氣ある場所には水は入る事能はざる事即ち物質には不可入性ある事を知りて初めてなし得べき論斷なり。故に此の考察をなさしめたる時教師は更に進んで不可入性の實驗をなし、二種以上の物質が同時に同じ場所を占むる事能はざる事を教授すべし。

3、**實驗(三)**を特に加へたるは、定量實驗の基礎を作らんが爲及び不可入性の證明的實驗を定量的になさしめんが爲によれるなり。

4、教師用理科書の「土の性質」中にある**實驗(三)**は生徒實驗としてなし得べきも、こゝには之を略したり。又土中に空氣の存在する實驗は教師が圖の如く試験管の口に漏斗を倒にさし、其下にて土をもみ、發する空氣を試験管に捕集して兒童に觀察せしむべし。

6、**實驗(一)**の場合の講義實驗として、ピッカー又はコップの内底に髮附油をつけ、之に線



(圖 五 第)

香の點火せるものを挿して水中に倒に入れ、尚ほ線香の消えざるを觀察せしめ空氣あるを悟らしむるも可なり。

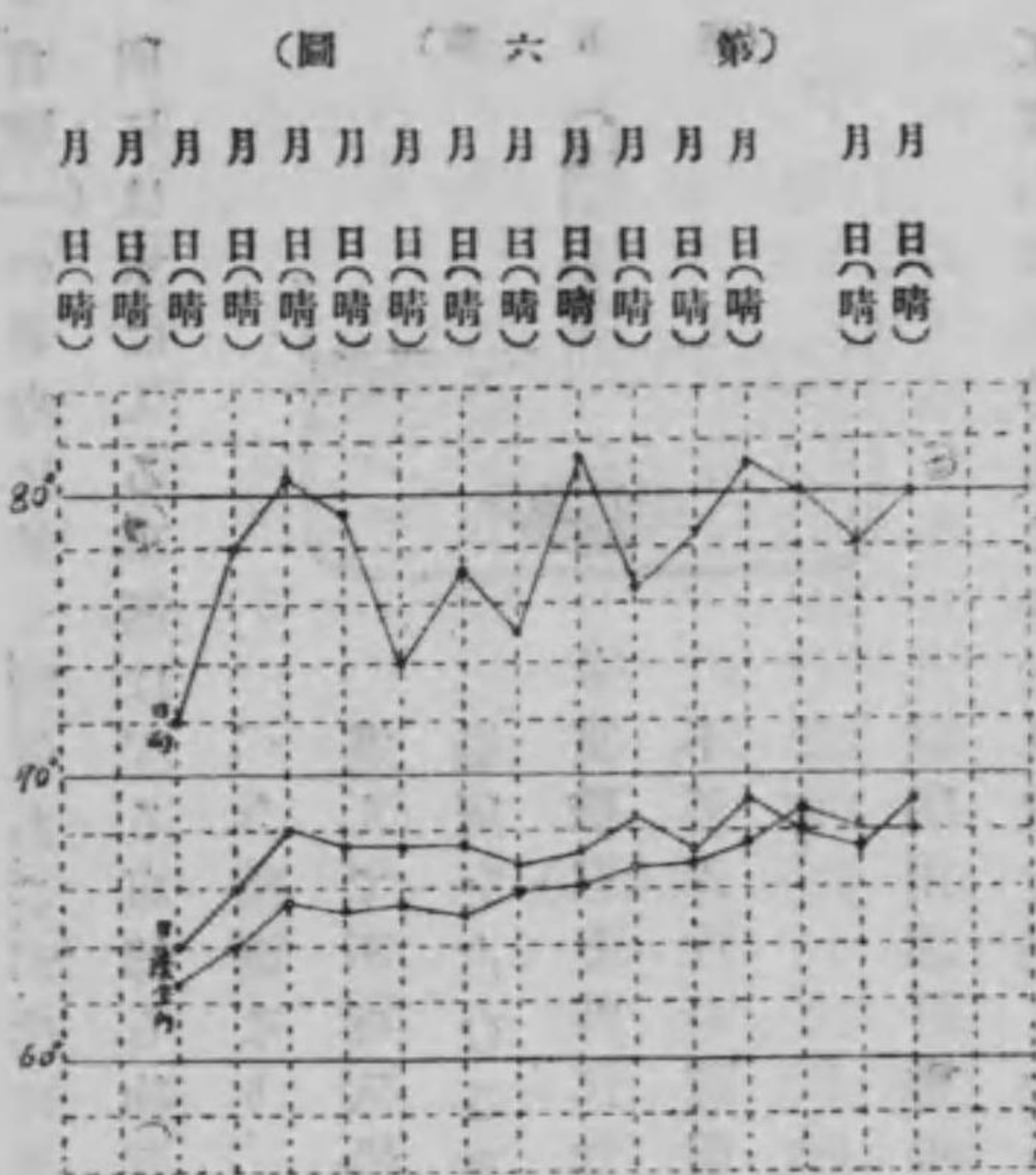
7. 實驗(一)は前に掲げたる方法の他空瓶を口を上にして斜に水中に押し沈め、空氣の通

れ出づるに隨ひて、水が瓶中に入るを觀察せしむる方法を取るも可なり。

應用問題

教室の中、日蔭及び日向に寒暖計を掛け置き、生徒に實際溫度をよましめて夫を記録せしむべし。其の方法は記録の表を一枚教室内に貼り置き、毎日當番を定めて朝晝、放課後の三回に前記の各場所の溫度を讀みて夫に圖の如く記録せしむべし。斯くする時は一方に於ては寒

暖計の讀方に習熟せしめ得るのみならず、他方に於ては室内、日蔭、日向の溫度を一日中の各時期に於て正確に知らしむる上其の比較を數量的に知らしむる事を得べし。



又此の表を利用して三所の溫度の差が朝より日中に於て特に甚だしきを悟らしむれば更に興味多かるべし。室内、日蔭、日向は色鉛筆にて區別せしむべし。

第十四課 夏至

準備器具 ビーカー二個
氣候

實驗(一) ビーカーに冷水を釣み、他のビーカーに外側に水の附着せざる様注意して之を注ぎ入れ、ビーカーの外側を觀察せよ。ビーカーの外側に附着したる曇は何か。

考察 (1) 此の水滴は何處より來れるか——空氣中。(2) 如何にして空氣中より水が附着したるか——空氣中にある水蒸氣が冷めたき部分に觸れ水となりて附着したるなり。

教授上の注意

1. 太陽の運行につきての實驗は教師之をなして示すべし。白紙を貼りたる圓板には線の長さを計る爲幾つかの同心圓を畫き置くを便利とす。
2. 又校庭に長さ一間位の木柱を立て、行ふもよく、鉛直なる柱又は自然木あれば之を

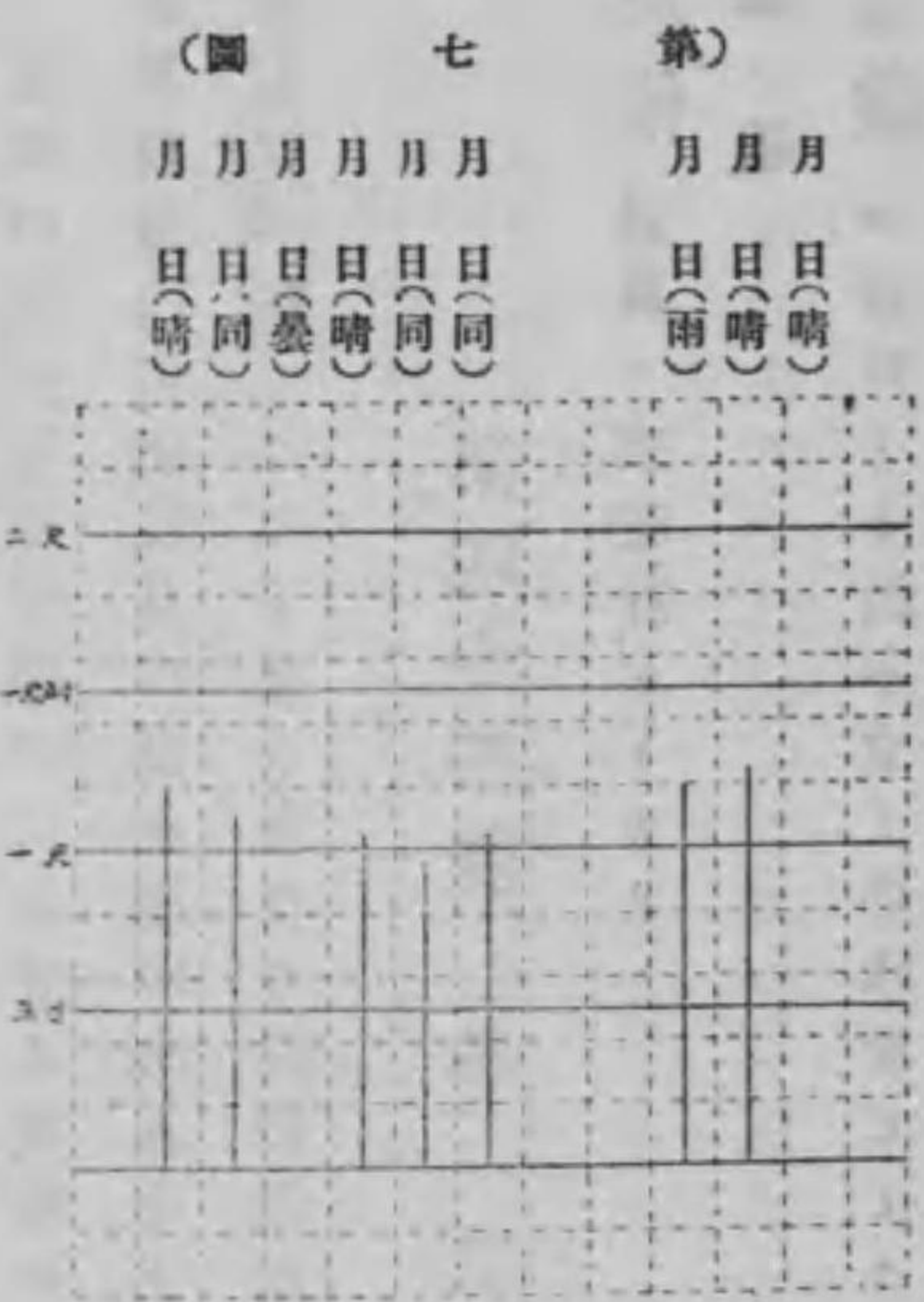
- 利用すれば最も都合よし。此場合立つる柱は勿論鉛直なるべく、其の根本に繩若くは白線を用ひて幾つかの同心圓を畫き置くべし。
- 3、實驗(一)に用ふる水は井戸より汲み立の水を用ふべし。尙氷をビーカー内の水に二三塊投ずれば一層實驗容易にして且つ現象顯著なり。
- 4、太陽の高さと影の長短との關係は十分に之を兒童に考察せしめざるべからず。漫然と途中の推理を閉却して、影の長き故日が低し影が短き故日が高しと斷定し去るはよろしからず。場合によりては兒童に燭火を用ひて棒の長さとの關係を實驗せしむるも可なり。

應用問題

- 1、太陽の運行に於て其の高さを影の長さによりて知らしむるには、兒童に實際に測定せしむるを可とす。其の方法は當番を定めて交互に晴天の日を擇み、成るべく正午に近き一定の時刻に於て棒の影の長さを同心圓によりてよましむべし。記録は圓の如く方眼紙を用ひ之に同心圓の各半徑に相當する横線を引き置き、各日の影の長さを縦線にて書かしむべし。此の表は六月の十日頃より七月初迄記録せしむれば、夏至の日に太陽の最も高きことを知らしむるを得て便利なり。随つて此の課の教

授は六月上旬になすを可とす。

- 2、かゝる表は秋分、冬至、春分等の附近に於ても前後三十日位宛記録せしめ、其の表を互に比較せしむれば頗る興味深かるべし。此の記録の横線の高さは庭内の自然物を



- 利用せる場合には縮尺を用ふべし。
- 3、家庭に於て一定の場所を定め夏至の日(曇又は雨なれば夫に近き日)に太陽の出づる位置を何かの目標によりて記憶せしめ、冬至、春分、秋分等の時期に於ても之を観察せしめ、之等を比較して太陽がどの位の差にて出づるやを知らしむれば興味あるべし。

- 4、夏冷たき面に空氣中の水蒸氣が凝結附着する現象を観察したる事ありや。なくば日常注意してかゝる現象の行はれ居る物を發見せよ。——氷を盛れるコップの周圍。
- 5、秋、冬の頃人の呼氣の白く見ゆるは如何なる理由か——人の呼氣中に水蒸氣あり、之が寒冷なる大氣に觸れて凝結するが爲也。然らば夏に於ても呼氣中に水蒸氣を含

むべし。之を實驗するには如何にせばよきか——鏡もしくは硝子の如き冷めたき面に息を吹きかくべし。

第二十課 秋 分

夏至の項の應用問題中に示せる實驗をなさしむべし。又此の頃更に校舎の南側北側及校舎内の溫度及び汲み置の水、人の丁度飲み得る様に湧きたる湯の溫度等を測定せしむべし。人の丁度入り得る湯の溫度などを家庭にて測定せしむるも面白し。

第四十四課 冬 至

準備器具 寒暖計、ビーカー

氣候

實驗(一) 井戸より汲み立ての水をビーカーに取り、寒暖計を用ひて其の溫度を測定せよ。

實驗(二) 汲み置きの水に就て同様の實驗を行へ。

考察 前者の方遙かに暖かなるは如何なる理由によるか——冬は地中に比して

大氣中が寒冷なるによる。

教授上の注意

1. 實驗(一)及實驗(二)の寒暖計の讀みは實驗の記録に之を記録せしめ、量的に何度位異なるかを比較せしむべし。
2. 汲み置の水を一種にせず異なる場所に汲み置きたる水を用ひて比較せしむれば面白かるべし。
3. 此の記録を忘れずに保存し、夏季適當なる時期に於て同様なる實驗をなさしめて比較せしむべし。

應用問題

1. 夏は汲み置きの水と汲み立ての水と何れが暖かなるべきか——汲み置き暖かく、汲み立て寒冷。
2. 湯を湧かす時又は風呂を立つる時、汲み立ての水を用ふると汲み置きの水を用ふると何れが薪を節し得べきか。夏は？ 冬は？——夏は汲み置き。冬は汲み立て。
3. 湯屋が近くにあらば湯屋にて湯を湧かす上にかゝる理法に隨ひて水を汲み居るや否やを問ひて見よ。

4. 井戸の深淺によりて水の温度は如何に異なるか。夏は？ 冬は？——深き井戸の水は浅き井戸の水に比して夏は冷めたく冬は暖かなり。其理由は如何。——地中深くなるに随ひて寒暑の差僅少なり。(測候所には詳しく記録あるを以て附近に測候所あらば就きて尋ねれば正確なる量的關係を知り得べし。)

第四十五課 物の重さ

準備 器具 桿秤、錘、錘と同大の木片、石、ビーカー

豫備實驗 桿秤の使用法

- (一) 桿秤を用ひて錘の目方を測定せよ。
- (二) 桿秤を用ひて石の目方を測定せよ。

教授上の注意

1. 秤量せる目方は之を記録せしむべし。
2. 教師用理科書に體積相等しき同質の木片を秤にて量れば重さは相等しく、木片と鉛と同體積のものを測れば、鉛は木片より遙かに重き事を記載しあり。手に載せて自然と輕重を感ぜしむるならば兎も角秤にて量る方法によるには兒童が既に秤の目

盛の読み方少くとも重きものを掛けたる時と輕きものを掛けたる時との分銅の位置の差異位は知れるものと假定せざるべからず。之れ豫備實驗として秤の使用法を課したる所以なり。

3. 秤の使用法の實驗をなさしむ前に先づ桿秤の目盛のよみ方を教授し、又物を秤る方法の概要を教授し置くべし。

4. 實驗(一)に用ふる錘は、教師が前以て其の目方を測り置き、大體分銅の位置を示して(下げ緒より凡何寸位の所として)秤量せしむべし。實驗(二)は全く目方を示さず兒童自身に獨立して秤量せしむべし。

物の浮沈

實驗(一) 水を入れたるビーカーに靜かに錘を入れて見よ。如何になるか。——沈む。次にコルクを入れて見よ。如何になるか。——浮く。

物の輕重

實驗(二) コルクを桿秤にて秤量せよ。之を前の錘の目方と比較せよ。

考察 (1) 此の比較より如何なる事實を悟り得るか。——物質異なる時は體積等しきも重さ異なる。(2) 實驗(一)の現象を説明せよ。——錘は重き故に水底に沈み、コルクは

輕き故に水面に浮く。

教授上の注意

1. 教師用理科書には物の輕重の實驗を先にし物の浮沈の實驗を後にしたり。これは原理を先づ知らしめて其の應用を演釋的に究め行く普通の方法によれるものにして比較的興味うすし。然るに物の浮沈の實驗を先にして、水に沈むものと浮くものとある事を實驗によりて知らしめ、何故に或物は浮き或物は沈むかといふ疑問を起さしめ、之を解決する爲に同大の金屬錘とコルクとの重さを比較せしめ、是に初めて重さに差異ある爲に浮沈の差異の起る事を發見せしむる方法によるときは探究的發見的方法にて興味深きを覺ゆるなり。
2. 考察の(2)に於て單に重きものは水底に沈み輕きものは水面に浮くと結論せしめたるもこは尙不嚴密なり。更に一步を進めて重きといひ輕きといふも其の浮沈の限界は如何なる標準によりて軌定せらるゝかの疑問を誘起し、此の限界は物體の絶體的輕重には無關係にして、同體積の水の重さに依存し、同體積の水の重さより重きものは沈み、之より輕きものは浮く事を示す教師實驗を行ひて智識を確實にすべし。
3. 錘は高等科實驗用に供する爲に鉛球を購入しあらば之を用ふるも可也。又之と同

大の木片はコルクを削りて作るべし。

4. 實驗(一)及其の考察と教師が前述の補助實驗とによりて固體浮沈の法則を知りたらば、進んで液體の浮沈も全く同一なるべきを推理せしめ、此の證明的實驗として教師自ら水に水銀及石油を入れて浮沈を試むる實驗を行ふべし。液體につきても同様なる法則の行はるゝを見たる時は氣體中の浮沈も全く同一の法則によるべき事を考へしめ此の法則を一般化せしむべし。
5. 實驗(一)は時間の都合によりては之を略して教師自ら實驗して示すも可也。又同質の物體にありては體積等しくば重量等しく、體積大なれば重量も亦大なる事を示す實驗は教師自ら行ひて兒童に觀察せしむるも可也。應用問題として石等につきて兒童に測定せしめて知らしむるも可なり。

應用問題

1. 例へば金屬の如き同體積の水より重き物質を用ひて水に浮かしむるものを作るには如何にせばよきか。——中空になし全體として水より輕き様作ればよし。
2. 同體積の水より重き物體を浮かしむるには如何にせばよきか。——水より非常に輕きものを夫につければよし。例へば釣をなす時の浮きの如く。

3、水より輕きものを沈むるには如何にせばよきか。——水より非常に重きものを之に附して全體として水より重くすればよし。日常かゝる事を應用したる物を見たる事ありや。

第四十六課 空氣の性質

準備器具 ゴム風船、空氣銃、實驗(四)に用ふる裝置 材料 絲

形の變じ易きこと
實驗(一) ゴム風船を吹き膨らましめ其の口を絲にて固く結べ。之を机上に置き手にて所々を軽く押へて形の變化に注意せよ。如何になるか。押したる所がへこみて種々の形となる。

考察 壓力によりてゴム風船の形が種々に變ずるは何故か。——空氣の形が變ずる爲なり。

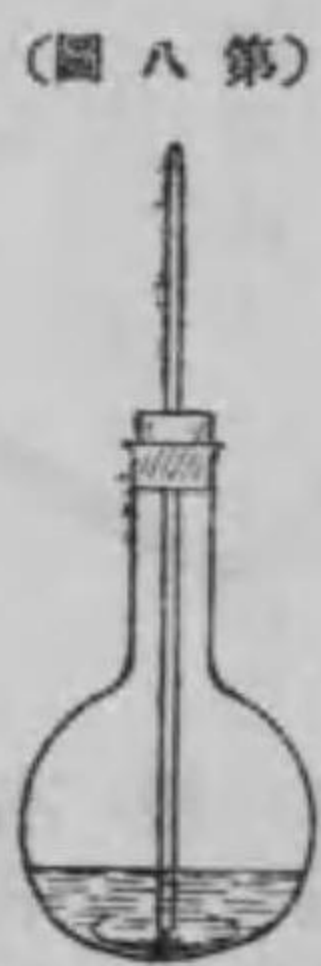
實驗(二) 次に口を結べる絲をわづかにゆるめて、再び風船を軽く押せ。風船は如何になるか。之は如何なる理由によるか。——空氣が遁れ出づる爲。

考察 空氣が細きすきまを遁れ出づるは何故か。——形を變じ易き爲押しさるれば

細隙にても自由にとほるによる。

實驗(三) 空氣鐵砲に濕したる紙を棒にて固くつめて筒の先端に送り、更に又紙を濕して強く棒にて押し込め。二個の紙栓の間にある空氣は如何になるか。——著しく縮みて體積小となる。尙押しして見よ如何になるか。先につめたる紙栓は飛び出す。

實驗(四) 圖の如き裝置を作り硝子管の先端を口に含みて強く吹き如何なる現象を呈するか硝子管の下端に注意せよ。——氣泡が盛に瓶内に入る。次に口を放ちて速かに硝子管の先端を觀察せよ如何なる現象が起るか。——水が盛に迸出す。



考察 (1) 先に硝子管の下端より出でたる泡は何か。——吹きたる空氣。それはどこに入りしか。——管内に。然らば前に管内にありたる空氣は何處に行きしや。——壓縮されて吹き込まれたる空氣と共に瓶内にあり。(2) 口をとりたる時瓶内の水の盛に先端より迸出したるは何故か。——一旦押し縮められたる空氣が膨脹せんとして壓力を増し、此の壓力にて水を壓するによる。

教授上の注意

1、實驗(一)はゴム毬にてなすも可なり。

2、教師の實驗は一つも之をなすを要せず。こゝに空氣とせるは氣體の代表として取れるものなれば考察によりて之を法則化する場合には氣體の性質として知らしむる事を要す。

3、實驗(三)に用ふる空氣鐵砲の筒は硝子管を用ひて製作するを可とす。硝子管を用ふれば空氣の壓縮され行く状態を詳細に觀察し得る便利あり。

4、實驗(三)は又圖の如く曲げたる硝子管を用ひ之に着色水を入れ、(イ)に固き栓をはめ、若くは手にて確かに壓へて、(ロ)端より吹きA部の空氣が壓縮せられて體積の減ずるを見、次に口を去れば又元の體積に歸る事を觀察せしむる方法によるも可なり。但し此の實驗は縮少の體積極めて小にして注意して觀察せざれば縮少せしや否やを知る事難くあまりよき方法にはあらず。

(圖九第)



5、實驗(四)はガラスコ内の水を成るべく少く硝子管の先を出来るだけ細くする程よく實驗をなし得べし。要するに管の太さ(特に管の尖端)に比して空氣の容積が割合に大なる事を要す。試験管を用ひて十分に實驗の出來ざるは此の理由による。

6、實驗(四)に於て初めに壓力を強く加ふれば其れが膨脹せんとする力も又大なる事を

知らしめんには、硝子管の尖端を吹く強さを種々に加減して、迸出する水の勢の強弱によりて知らしむべし。

7、ゴム風船の破れたるものは之を捨てず取り置き、て音の實驗に使用すべし。

8、空氣が壓力を加へられて體積を減じ壓力を去れば直に元の體積に復せんとするは彈性なり。小學校理科書には他に固體等の彈性を取扱ふ所なきが故、此の課の應用問題として固體の彈性につきて教へ又判斷せしむる事は望まじき事なり。

應用問題

1、ゴム球をつく時に上るは如何なる理由か、空氣の十分に入りたる球はよく上り、空氣のぬけたる球の上らざる理を説明せよ。

2、空氣銃の作用を説明せよ。栓を強くつむれば勢よく發射する理を考へよ。——空氣が強く壓縮さるゝ迄栓が飛び出さず、いよゝ強くなりて初めて飛び出すによる。

3、家庭に空氣枕あれば實驗(一)を之を用ひて實驗し、又栓を僅かに明けて實驗(二)を行ひて見よ。

第四十七課 水の性質

準備器具 水鐵砲水槽
水の體積の變じ難き事

實驗 (一) 水鐵砲の活塞をよく濕して水の漏らざる様にし水鐵砲にて水槽より水を吸ひ上げしめよ。先の孔を指にて塞ぎ活塞を強く押せ。活塞はうごくか。——動かず。

考察 (1) 此の實驗は空氣の場合と如何に異なるか——空氣の場合には空氣が壓縮され活塞はうごきたるも、此場合には動かず。(2) 此の實驗より知り得る水の性質と空氣の性質との差異は如何——空氣は壓力を加ふれば壓縮さるゝも水は壓縮され難し。

教授上の注意

1. 水の形の變じ易き事は特別に實驗する必要なし。
2. 體積の變じ難き事は前掲の水鐵砲による時には目にて實際に觀察し難きを以て之を補ふ爲に教師が筒内の見ゆる正確なる機械にて實驗し觀察せしむるをよしとす。教師用理科書に圖示しある器械あれば勿論之によりて實驗をなすを可とすれども若しなき時は筒を硝子にて作りたる押上ポンプを、水の出口を手にて壓へ或は固き栓をなして用ふる事を得べし。但し此の場合には押上げポンプの活塞の完全なる

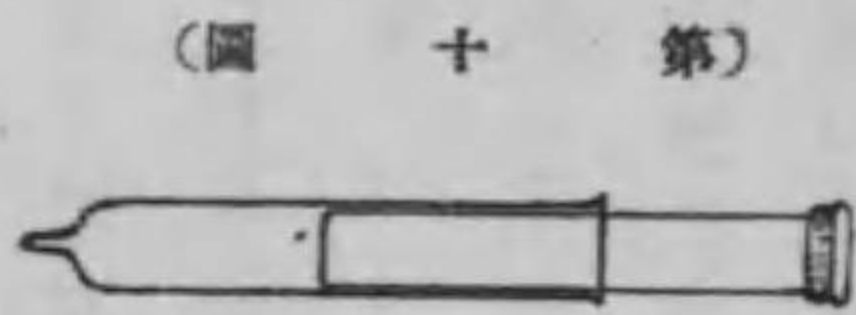
ものを要す。

3. 兒童實驗の裝置としては又前課の實驗(四)に用ひたる裝置に水を一杯にみだし(硝子管の上部に空氣を少し存し、其の上に水を少し置き)同様に硝子の尖端を吹かしめ瓶内の水の體積の減ぜざる事によりて實驗せしむるも可なり。硝子管の上に空氣を存したるは吹きたる時其の空氣の體積の縮小せる事により壓力を加へたる事をさとりしめん爲なり。次課熟による膨脹の實驗(四)に用ふる裝置を其儘用ふれば吹く所太くして最も都合よし。

4. 又前課教授上の注意の4に示せるが如き硝子曲管を用ひA部迄一杯水をみだし(口端を吹かしめ如何に強く吹くも、水の體積の少しも減ぜざる事によりて實驗せしむるも可なり。但し此の場合には自ら吹きつゝある者は觀察に不便なるを以て、兒童をして交互に吹かしめ、交互に觀察せしむべし。眞直なる硝子管を用ふるも又可なり。

5. 3及4の方法は目によりて直接に體積の變化するや否やを見る事を得るも、壓力を充分に増大する事を得ざる缺點あり。

6. 此の缺點をのぞく爲には圖の如く互にすり合せたる硝子管(先の細くなれるもの)と



硝子筒とを用ふれば器械は稍高價なれど實驗には最も都合よし。此の器械なれば之を用ひて空氣の體積の壓縮され易き事、及彈性ある事をも實驗せしむるを得べし。

7. 實驗(一)をなしたる時又尖端の孔をふさがずして活塞を押し水を自由に進出せしめ、活塞の押し方と水の進出する勢との關係を觀察せしめ、水は體積を變じ難きにより強く押せば勢よく進り出づる事を判斷せしむるも面白し。

應用問題

1. 水は方圓の器に隨ふとは水の如何なる性質をいへる諺か。——形狀の變じ易きこと。

第四十八課 熱

準備器具

錐、金屬棒、木臺(二個)、針、麥稈を刺せる、酒精燈、體膨脹試驗器、スタンド、金網、實驗(四)に用ふる裝置、實驗(五)に用ふる裝置

材料 木片

熱の發生

實驗(一) 一木片に錐をもみ込み、後之を抜き、錐の先に手を觸れて見よ。熱くなれるを知るべし。此の熱は如何にして出來たるか。——木片と錐との摩擦により。

熱と物の體積

實驗(二) 圖の如く二個の木臺を並べ、金屬棒を左方は臺上の釘につけ、右方は臺の上に置きたる針、其の先に指標として麥稈を圖の如く刺したるもの(1)の上に載せよ。先づ金屬線を手を持ち針の上を押へたるまゝ、金屬棒を靜かに右方に押し試よ。針の先の麥稈は如何に回轉するか。次に再び圖の如く裝置し、酒精燈に點火して金屬棒の中央を熱し、麥稈の指標を注意して觀察せよ。如何になりたるか。

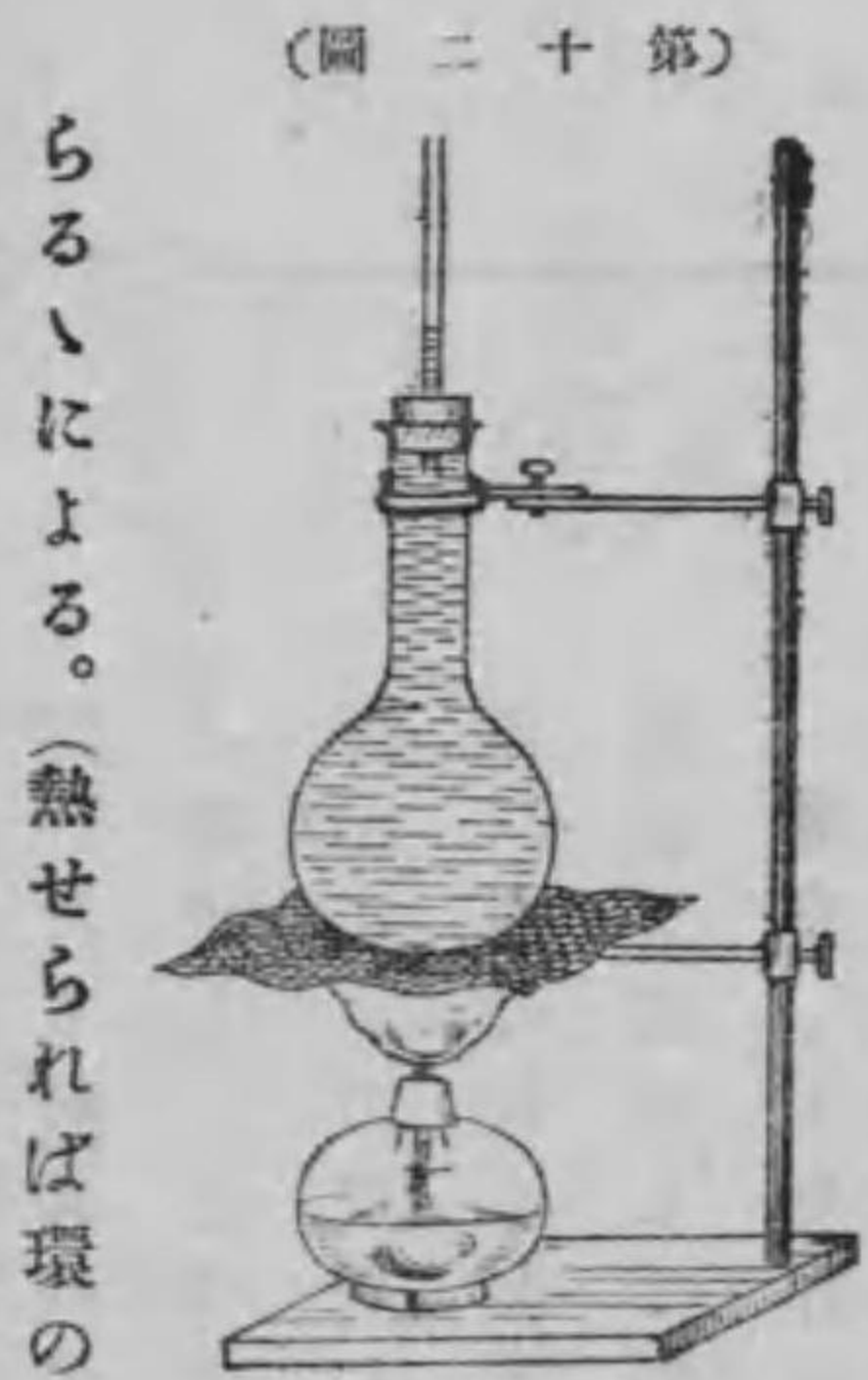
考察 (1) 麥稈の左方に回轉せるは何故か。——金屬棒の右方に動きたる爲。何故に金屬棒は右方に動きたるか。——熱せられて。右方は一定せるに熱すれば右方に動きたるは金屬棒が熱せらるれば如何になる事をあらはすか。——延びる事。(2) 針の先に麥稈をさしたるは如何なる理由か。——針の運動を廓大して觀察せんが爲。麥稈なき時は如何なるものを用ふべきか。——他の比較的輕きもの。

(圖 一 十 第)



考察 (1) 麥稈の左方に回轉せるは何故か。——金屬棒の右方に動きたる爲。何故に金屬棒は右方に動きたるか。——熱せられて。右方は一定せるに熱すれば右方に動きたるは金屬棒が熱せらるれば如何になる事をあらはすか。——延びる事。(2) 針の先に麥稈をさしたるは如何なる理由か。——針の運動を廓大して觀察せんが爲。麥稈なき時は如何なるものを用ふべきか。——他の比較的輕きもの。

實驗(三) 體膨脹試驗器を用ひ先づ金屬球を以て環を通過せしめよ。 通るか。次に酒精燈にて暫らく球を熱したる後に再び環をとほし見よ。通るか。暫らくして球が再び環を通りて落ちたる時に手を近づけて験せよ。球は冷えたるか。又環に手を近づけて験せよ。環も又熱せられたるを知るを得べし。



(圖二十第)

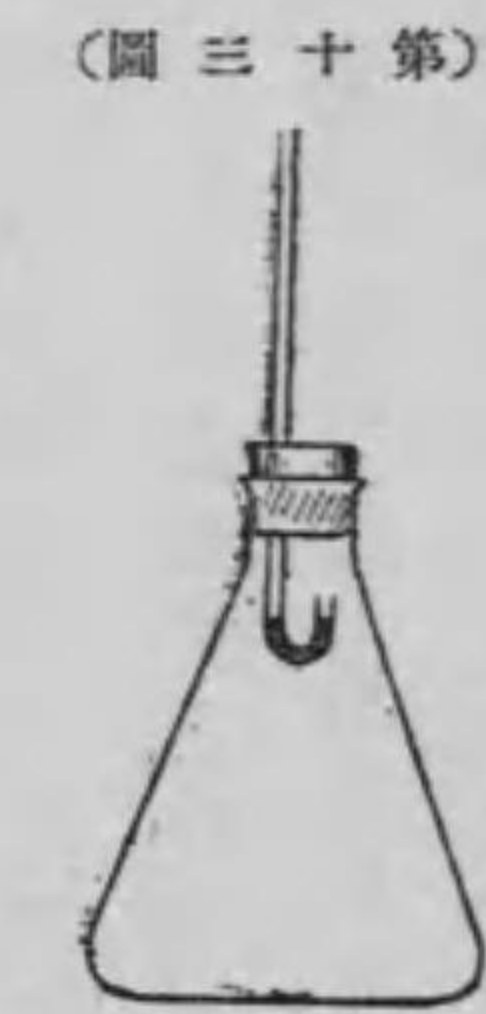
考察 (1) 初めに通れる環が二度目にとほらざるに至る迄に球は如何なる變化を経たるか。——單に熱せられたるのみ。然らば熱せらるれば物體の體積は如何に變化するか。——膨脹す。(2) 一度通らざりし球が、全然さめ終らざるに再び通るに至れるは如何なる理由によるか。——球の熱が環にうつり環も亦熱せらるゝによる。(熱せられれば環の體積も大きくなる)。

實驗(四) 第十二圖の如き装置を作り、之を酒精燈にて下より熱し硝子細管内の液體の昇降に注意せよ。 如何になれるか。——上昇せり。次に酒精燈を取り去り暫らく放置して之を観察せよ。如何になるか。——漸次下降す。全く冷却せる時は如何。——初め熱せざりし時と全く等しき所迄下る。

考察 (1) 細管内に水の上れる時は、水全體としては其の體積が如何になりし事を意味するか。——膨脹せる事。水は何の爲に膨脹したるか。——熱せられたる爲。(2) 後に下降したるは體積が如何になりしによるか。——减小せるによる。如何なる原因にて減少を來せるか。——冷却されたる爲。

實驗(五)

圖の如く装置せるフラスコを手にて持ち暖めつゝ曲管内の着色水の移動に注意せよ。如何になりしか。——上昇せり。次に手を取りて暫らく放置すれば如何。——漸次下降す。



(圖三十第)

考察 (1) 此の實驗によりて何を知り得たるか。——氣體も亦熱によりて膨脹し、冷却すれば縮小する事。(2) 氣體、液體、固體。

教授上の注意

1. 本課の實驗は教師實驗としては何も行ふ要なし。
2. 實驗(一)の熱の發生の實驗は一般に熱の發生につきて教授せる後證明的實驗の一として課するも、又最初に此の實驗を課したる後に他の熱の發生の原因を教授するも何れにてもよし。

- 3、又手工の時間に木工を課す事あらば其際使用せる錐又は鋸に一寸手をふれしめて之を観察せしめ置き理科の時間には之を略するも可也。
- 4、實驗(二)に於て初めより熱を加へず、先づ手にて金屬棒を右に動かせるは金屬棒の移動せる方向と麥稈の動き方との關係を實驗的に知らしめんが爲也。實驗はいつもかゝる注意にて行はせたまきものなり。漫然と酒精燈にて直に熱せしむるが如きは極めて拙なる方法なり。
- 5、又其の考察に於て、麥稈を附したる理由を考へしめたるは凡て器械の構造上各部分が如何なる用途と目的とにて作られあるかを判断する判断力を養成せしめんが爲也。其他のあらゆる場合にかゝる注意を必要とす。
- 6、實驗(三)に於ては、金屬球を冷めたまき時に環を通して容易に通過し得る事を驗せしめざれば熱したる後通過せざる事を見るも之が單に熱の原因によれる事を推理せしめんには、あまりに推理の基礎疎漏なり。又此の實驗は器械高價なれば教師實驗としてなすも可なり。
- 7、實驗(四)及實驗(五)にありては再び冷却せしめて、冷却によりて體積の減ずる事を見せしめずば不確實なるさらひあり。

- 8、實驗(二)に用ふる木臺は三寸立方位のものとし、左方の木臺には金屬棒の膨脹したる時之を止むる爲に釘もしくは鐵板を打込み置き、右方に用ふるものには前面に弧形をえがき之に目盛をなし置くべし。随つて之を装置する時麥稈の先が其の弧にそひて動く様なる位置に針を置くべし。(此臺は斜面の實驗にも使用す。)
- 9、金屬棒は鐵、銅もしくは眞鍮の太き針金を買ひて之を鐵工に切らしむべし。長さは一尺五寸乃至二尺にて可也。
- 10、實驗(四)及實驗(五)に用ふる栓にはゴム栓を用ふるをよしとす。ゴム栓なき時は上等の Cork 栓を用ふべし。
- 11、實驗(四)は着色水を入れるべく實驗(五)の指標は又着色水を用ふべし。水を着色するには赤インクを用ふるがよかるべし。

應用問題

- 1、冬寒き時兩手を互にこすれば温くなるは如何なる理由によるか。
- 2、鐵道のレールの継目に間隙の存しあるを観察したる事ありや。それは何故か。
- 3、鍛冶屋が車に輪をはむる時には如何にしてはむるか。——輪を熱して。それは何故か。

- 4、ランプのホヤの熱せられある時冷水を掛くれば其の點の破るゝは何故か——急に冷却されて收縮せんとする爲。(若し急につめたくする故との答を得たる時は尙ほ之れを追究して膨脹收縮の關係に原因する事を知らしむべし。兒童は日常熱したるものを急に冷却すれば破るゝ現象を観察し居るが故に熱したるものに冷めたきものを觸るゝ事が破壊の原因なるが如く誤りて思惟せる事少からず故に此の點には十分注意するを要す。)
- 5、厚き硝子にて作れる硝子器を急に熱する時に、よく破れるは何故か。
- 6、鐵瓶に水を一杯入れて沸かす時熱すれば水の溢れ出づる事を觀察せる事ありや。夫は何故か。
- 7、冬日ゴム毬のよく上らざる理由を考へよ。——之は中の氣體が收縮する爲に毬の彈性乏しくなるによる。此の時毬を火にて温むればよく上る様になる理由を考へよ。
- 8、濕りたる厚紙又は木を火にて熱する時は熱せられたる方に曲る。之は熱による膨脹に原因するか——然らず、濕氣を帯びて膨脹せる物が乾燥して收縮する現象なり。

第四十九課 水の三態及び寒暖計

準備 器具 スタンド、金網、酒精燈、寒暖計、試験管、ビーカー、フラスコ

材料 食鹽、氷

水の水蒸氣に變ずる事

實驗 (一) レットルト臺に金網を載せ其上に水を盛れるビーカーを置け。酒精燈にて之を熱し、冷水を入れたるビーカー(又はフラスコ)を其上にかざし底及外側を注意して觀察せよ。如何になるか。——曇を生ず。

考察 其の水滴は如何にして附着せるか——ビーカーより蒸發したるもの。然らば水は熱すれば如何に變化するか——水蒸氣となる。其の水蒸氣が何故にビーカーに附着せるか——冷めたき面にふれて水滴となりし故(第十四課夏至の所にて教授せる理論)

實驗 (二) 更に強く熱しつゞけよ。ビーカー内に如何なる現象が起るか——氣泡が器底より盛に出づ。

考察 此の氣泡は何か——水蒸氣。

水蒸氣と湯氣

實驗(三) フラスコに湯を少し入れて熱し、沸騰するを待ち、フラスコの口より白き湯

氣の立ちのぼる事を觀察せよ。又フラスコの中にも湯氣あるや否やを注意せよ。

又湯氣が如何になり行くかを觀察せよ。——遂に消ゆ。

考察 此の白き湯氣は何處より來れるか。——フラスコの中より。白霧を生じたる理由を考へよ。——水蒸氣が寒冷なる大氣に觸れたる爲。フラスコ内には湯氣なきは如何なる理由か。——水蒸氣となり居る爲。又白き湯氣の遂に消ゆるは何故か。——再び水蒸氣となる爲。水蒸氣は目に見ゆるか。——見えず。白霧は何か。——水滴の小なるもの。

沸騰水より出づる水蒸氣の溫度と其の水の溫度

實驗(四) 次にフラスコ内に寒暖計を吊し球を水に觸れざる様に保ち寒暖計の溫度の

漸次上昇するに注意せよ。寒暖計が最早昇らざるに到れる時の溫度をよめ。次に

寒暖計の球を水中に入れて溫度の變化するや否やを觀側せよ。——變化せず。

氷と水との混れる時の溫度

實驗(五) 細かく碎きたる氷をコップに入れ少し水を混じてよくかき交ぜ其中に寒暖

計を挿入して溫度の變化し行くを注意し、變化の止まりたる時の溫度を讀め。

水の氷に變ずる事

實驗(六) 細かく碎きたる氷と食鹽とをビーカーに入れてかき交ぜ、少し水を入れたる

試験管を其の中に挿入せよ。寒暖計にてビーカー内の溫度をよめ。暫らくして試

験管を取り出して驗せよ。水は如何になれるか。——氷に。

教授上の注意

1. 實驗(一)に於てビーカーに入るゝ水は前以て相當の溫度(四五十度)に熱し置きたる湯を用ふべし。冷水を入れるゝ時は實驗に多くの時間を要すべし。又同様の理由によりて水の量もあまり多からざるをよしとす。之を熱する時は極めて緩徐に熱し湯氣の發せざる程度に於てなすべし。

2. 實驗(一)に於て上にかざしたるビーカーの外側に水滴の附着せるは、嘗て第十四課夏至の所に於て實驗せる如く空氣中の水蒸氣が附着せるにあらざるやの疑問をさしはさむを至當とす。夫故此の實驗に於ては空氣中の水蒸氣の附着せるにはあらざる事を明確に教授するの必要あり。其の方法の一としては兒童をして更に別のビーカーに水を入れて机上の他の場所に置かしめ、かざしたるビーカーに曇を生じた

る時に机上のビーカーの外側を観察せしめて之には何等水滴の附着せざるを見せしむべし。

3、尙ほ他に水が熱せらるゝ事によりて漸次減少し行く事を教師が實驗して示すべし。初めに容器に水の體積を印し置き長時間之を熱したる後、體積の減少せる事を直觀せしむべし。此課にては之れ以外に教師實驗を要せず。

4、實驗(一)の考察に於て生徒は氣泡が空氣なりと答ふる事もあるべし。此の場合には空氣ならば如何にして器底に入れるかを追究し、其の答の誤れる事を悟らしむべし。

5、實驗(三)にてフラスコに入るゝ湯は實驗(二)にて熱したるものを用ふべし。此の時直に熱湯を入れる時はフラスコの破るゝ事あるべし。故に最初ビーカー内の湯を少し許り別の器にて水をうめ之をフラスコに入れてフラスコを暖めたる後此の水を捨てゝ湯を注ぎ入るべし。此時フラスコに入るゝ湯は少量なるをよしとす。

6、實驗(五)及實驗(六)にては氷のかはりに雪を用ふるも可なり。實驗(六)に於ける氷と食鹽との割合は目方にて三と一位にとりよく之を混ぜべし。

7、實驗(六)は時間を要する故早く着手し水を凍らしめつゝある間に實驗(四)及實驗(五)を基底として寒暖計の目盛の事に就て教授すべし。丁度其の教授の終れる頃に試験

管を取り出せば凍り居るべし。水は試験管に五分位取るをよしとす。試験管はなるべく細きものを用ふる方結果よし。氷が固く試験管に附着して放れざる時は一寸酒精燈にて試験管の周圍を熱するか暫らく試験管を試験管臺に立て置けば容易に放るべし。

8、氷と水と交ぜたる中又は水蒸氣中に寒暖計を挿入して順次温度の下降及上昇する事を教へ、若くは寒劑を室内に置けば作りたる時より順次温度の上る事を觀側せしめて熱の高きものより低きものに移る事を證明的に見せしむるも可也。勿論寒劑の場合には試験管内の水を凝固せしむる爲に相當の熱を奪ひ取り自ら温度を高むるも之は大なる影響を與へず。

9、水の沸騰する温度は氣壓によりて影響せらるゝものなれば若し兒童にてかゝる疑問を惹起したるものある時は此の事柄をも又教授するを要す。又氷點も沸騰點も水の純不純によりて異なるものなれば可成塵埃を含まざる雨水を用ふべし。

10、時間の都合によりては、沸騰し初めたる液は尙熱し續くるも夫より温度少しも上らず又氷と共にある液は零度より少しも上らざる事を注意せしめ、先の場合には氣化の潜熱を要する爲なる事、後の場合には融解熱を要する爲なる事を知らしむべし。

11、水の蒸發は沸騰とは異りて常溫にても空氣中の水蒸氣の飽和如何によりて蒸發し行く事をも誤解なき様教ふべし。

應用問題

- 1、佛前などに上げ置きたる茶碗の水を永く放置する時は如何になるか——減少す。其理由を考へよ。
- 2、鐵瓶の口より立つ湯氣を觀察せよ。口より直に白霧となるか——少し見えざる所あり其上にゆきて初めて白霧となる。其の白霧なき部分は如何になり居る爲か——水蒸氣になり居る故。夫が白き湯氣となる理由を考へよ。又一度湯氣となりたるものが高く上り廣がると共に消え行くは何故か。——室内には未だ水蒸氣が飽和し居らざるが故に再び水蒸氣となるに依る。
- 3、汽車の機關車より水蒸氣が出づるか。其の白霧の如何になり行くかを詳細に觀察し其の理由を考へよ。
- 4、川の霧は何か。如何なる場合に生じ如何にして消ゆるかを詳細に觀察し其の理由を考へよ。

第五十課 風と雨

準備器具 ランプホヤ

材料 ローソク、線香、マッチ

實驗 (一) ローソクをつけ之をランプのホヤにて蔽ひホヤと机の面との間を一二分隙かし、別に線香に火をつけ之をランプのホヤの下方隙間の所に近づけて煙の行方を觀察して空氣の如何に運動しつゝあるかを見よ。次に線香をホヤの先に近づけてその空氣が如何に動きつゝあるかを見よ。

考察 温かき空氣は常に如何にうごかんとするか——上方に。

教授上の注意

- 1、暖かき空氣は上方に上り、冷めたき空氣が其の方向に動き來りて風の起る事の實驗として前述の實驗を用ふるは蠟燭の火がたえず燃えつゝある爲に現象を却つて複雑ならしむるおそれあれば考察に充分なる注意を要す。只實驗容易にして且つ現象が著しき故に此の方法によれるものなり。
- 2、之を理想的になさしむるにはやはり教師用理科書に深く注意を拂ひて記載しある

が如く、石若くは瓦の焼きたるものを用ひざるべからず。之をなすには、固體の體膨脹の試験に用ひたる球をアルコールランプにてよく熱し之を金網等の上に置き其の上に實驗(一)と同様にランプのホヤ(此の場合には下端の大なる方都合よきを以て下ふくれのホヤを用ふべし)にて蔽ひ線香にて験すべし。

3、尙ほ簡單に之をなすにはアルコールランプの上にランプのホヤ(らつきやうぼや)をかざして暖かき空氣を入れ其の上端を掌にてふさぎたるまゝ取り來り線香の煙を其の上端の上にかざしたる後上端を塞ぎたる掌を去るべし。かくする時は線香の煙はホヤの上端より上方に立ち昇るを見るべし。次には線香の煙をホヤの下端に近づけて同様の實驗を繰返し中の空氣の昇れるを補ふ爲に周圍の冷めたき空氣の外より來る事を知らしむべし。但し此の實驗は方法稍困難なり。

應用問題

- 1、家庭にてランプの口金の近くに線香を點じて近づけて見よ。其の附近の空氣は如何に動きつゝありや。又ホヤの先に之を近づけて見よ。
- 2、高山には平地より常に雲のある事多し、之は何故か。——暖風に含まれたる水蒸氣が高山の寒冷にあひて常に雲を生じそれがかゝれる爲也。

- 3、晝は海より陸に風の吹く事多く、夜は陸より海に風の吹く事多し。海陸の溫度は晝夜各、如何なる關係を有するか。——晝は陸地熱く、夜は海の方溫度高し。
- 4、風なき時火を燃す時は炎は上方に立上る。之は何故か。——熱せられて暖かとなる爲。

第五十一課 火

準備 器具 廣口瓶

材料 蠟燭、マッチ

火が新らしき空氣を要する事

實驗 (一) 一點火せる短かき蠟燭を机上に立て、之を廣口瓶にて蔽ひ、蠟燭の燃え方に注意せよ。如何になるか。——漸次火のもえ方がわるくなり遂には消ゆ。

考察 此の實驗によりて何を知り得るか。——火の燃ゆるには常に新鮮なる空氣を要すること。

教授上の注意

- 1、前課の實驗と同様に點火せるロケットをランプのホヤにて蔽ひ、ホヤの下端をよく

机に密着せしめて火の燃え方に注意せしめ、火の勢は甚だしく弱るも全く消ゆるには至らざるを見せしめたる後かゝる場合には新鮮なる空氣なくとも燃ゆるか、或は新鮮なる空氣が何處よりか來るか、の疑問を起さしめ、次に線香の煙をホヤの上端の壁に近き所に置かしめ、そこを傳ふて新らしき空氣がホヤの中に下るを知る實驗を前にあげたる實驗(一)の補助としてなさしむる時は尙ほ確實に此の事實を了解せしめ得べし。

2、前課と此の課と關係特に深き故兒童實驗は之とめて同一時間になさしむるも可なり。

應用問題

- 1、炭火を起す時之を吹くは何故か——新鮮なる空氣を送る爲。
- 2、ランプの口金に多數の孔あるは何故か——對流を盛にしてたえず新たなる空氣を供給する爲。紙を以て口金を巻きて見よ。燃え方は如何になるか。其理由を考へよ。——新らしき空氣を送らざる爲。
- 3、炭火を起す時此の上に圓筒形の物を立つれば早く起るは何故なりや。——熱せられたる空氣は此の筒を傳ふて上に昇り。新らしき空氣がよく炭火に近づく爲。

4、煙突あれば火が盛にもゆといふ其の理由をのべよ。——對流盛に行はれ新鮮なる空氣來る爲。又煙突の上端を開閉する装置あり火を加減し得べしといふ。開ける時は火は如何になるか。——盛に。閉ぢたる時は。——衰ふ。

第五十二課 酸素

準備 器具 試験管、瓦斯導管附、スタンド、水槽、酒精

燈、燃燒匙、集氣瓶

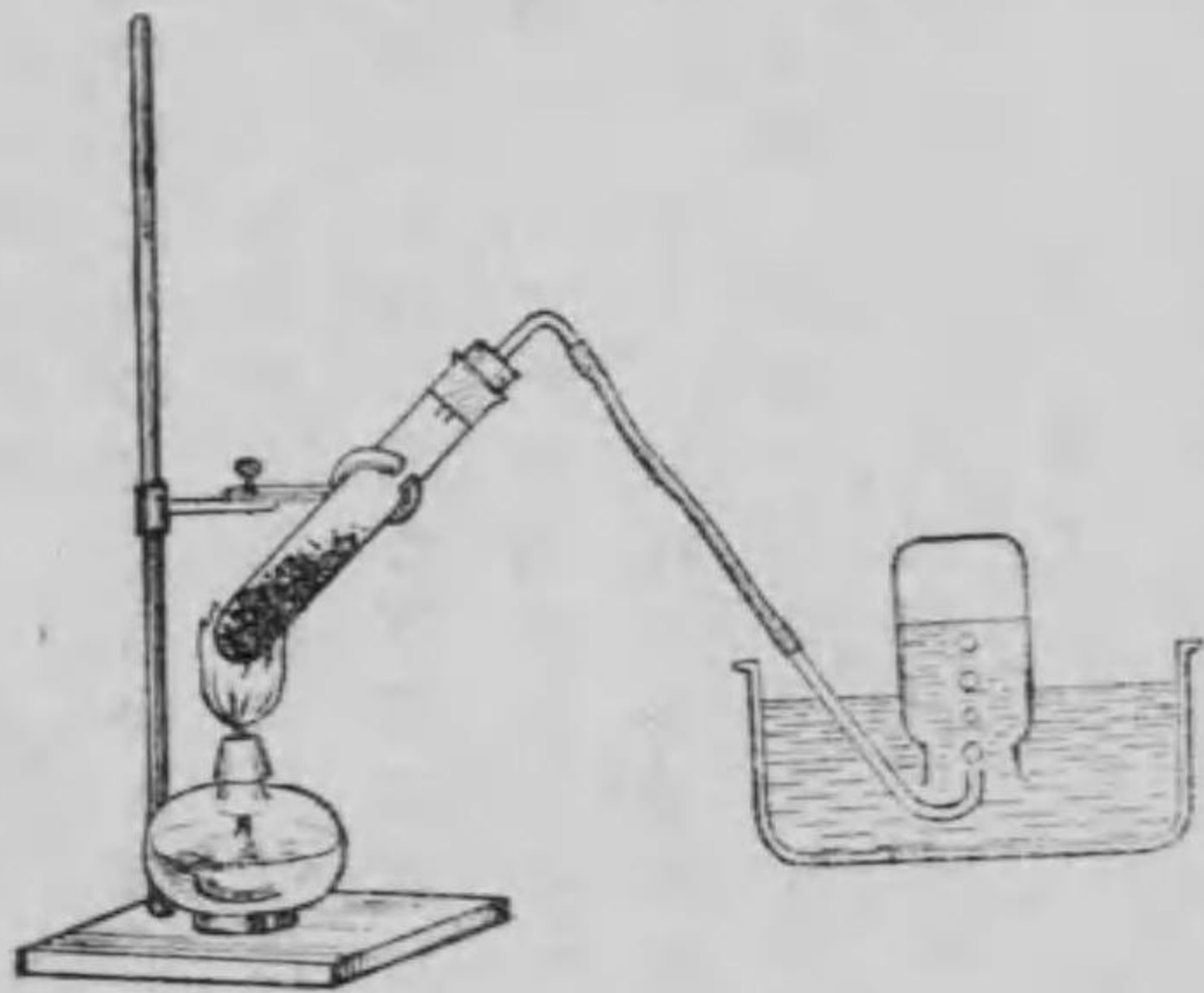
材料 鹽素酸カリウム、二酸化マンガン、石灰

水、小蠟燭、マッチ

酸素の發生捕集

實驗 (一) 水槽に水を入れ導管を圖の如く装置し、其の出口の上に水を滿てたる試験管を倒立し酒精燈を以て徐々に發生管を熱せよ。發生する瓦斯を二個の試験管に捕集し、之に木栓をなしてとり置くべし。瓦斯捕集終らば導管を水より取り出

(圖 四 十 第)



し酒精燈を消せ。

酸素中にて物のよくもゆる事

實驗(二) 捕集せる瓦斯につき色、臭氣等を檢したる後、第一の試験管に點火したる蠟燭を挿入し其の燃え方に注意せよ。——著しく光輝を増して烈しく燃ゆ。

實驗(三) マッチに點火して之を吹き消し、其の火の氣の全く消えざるを第二の試験管に挿入せよ。如何なる現象起るか——再び火がつく。

考察 酸素の性質中最も重要なものは何か——物を盛に燃焼せしむる事。

實驗(四) 實驗(三)及實驗(四)をなせる試験管に石灰水を入れて振盪せよ。如何になりしか——白濁を生ず。

教授上の注意

1、瓦斯を捕集するに試験管を用ふるも可なれどもかくする時は捕集後之を保存するに不便なれば廣口瓶形の捕集瓶を用ふるを可とす。

2、此の實驗を尙簡單になさしめんとせば試験管に少量の鹽素酸カリと二酸化マンガンをに入れて之を試験管挾にて挟み、酒精燈の上にて熱し、其の口にマッチの餘燼又は蠟燭をかざし、燃焼の盛になる事を觀察せしむるも可なり。

3、實驗(一)の装置の中、スタンドに藥品を入れたる試験管をはさめるものは豫め教師之を作りて與ふべし。試験管には鹽素酸カリウム凡十瓦、二酸化マンガンを凡そ四瓦を入るゝをよしとす。

4、捕集の實驗は教師先づ之を行ひて見せしめ、次に兒童に捕集せしめ、性質の實驗は兒童によく其の方法を教へて先になさしめ、物のよく燃ゆる事を考察せしめたる後、證明的に教師が(1)熱したる木炭を入れるれば焰を發して盛にもゆる事。(2)硫黄及燐の烈しく且つ美しく燃ゆる事。(3)鐵線までも燃ゆる事を實驗して示すべし。

5、硫黄を燃す事及鐵線を燃す事を兒童實驗にてなす事を得ざるにあらざれども一時間の教授時間にては到底不可能なるべし。硫黄を燃すにはマッチの軸木に熔かしたる硫黄をつけ、之に點火して差し下すべし。此の時軸木を鐵の細線にてしばりて下すべし。

6、實驗(四)の石灰水を入れて見る實驗を特に加へたるは後に炭酸ガスの實驗をなしたる時の考察の資料にせんが爲也。酸素をもしたる生成物は必ずしも石灰水を白く濁らすもののみにあらざる事を示す爲に教師實驗にて硫黄もしくは鐵線を燃したる瓶に石灰水をそゝぎてふりて見すべし。

- 7、鹽素酸カリウムの濕れる時は蒸發皿又は鐵皿にて乾かしたる後用ふべし。
- 8、蠟燭は神佛等に平常上ぐる徑一分位の極めて小さきものを用ふべし。

第五十三課 空氣の成分

此の課の實驗は燐の取扱危険なるを以て教師が實驗して觀察せしむべし。

應用問題

- 1、火のもゆる時常に新鮮なる空氣を要する理由を説明せよ。——物の燒燃には酸素を要する爲。
- 2、第五十一課火の實驗に於て廣口瓶にて蔽ひたる火の消えたる理由を説明せよ——
燃焼を支ふる酸素が全く燃え盡き瓶内にのこれるは燃焼を助けざる窒素と燃焼して生じたる瓦斯炭酸ガスのみとなれる爲なり。
- 3、空氣中に於ける燃焼は酸素瓦斯中に於ける燃焼より弱き理由を説明せよ——窒素によりて緩和せらるゝ爲。
- 4、空氣が酸素のみよりなれるときは如何なる現象を生ずべきか、火事などの場合を想像せよ。(火を消さんとするも中々消えず。)

第五十四課 水素

準備器具 廣口瓶(漏斗及瓦斯導管附)、水槽、試驗管

材料 亞鉛、硫酸、マッチ

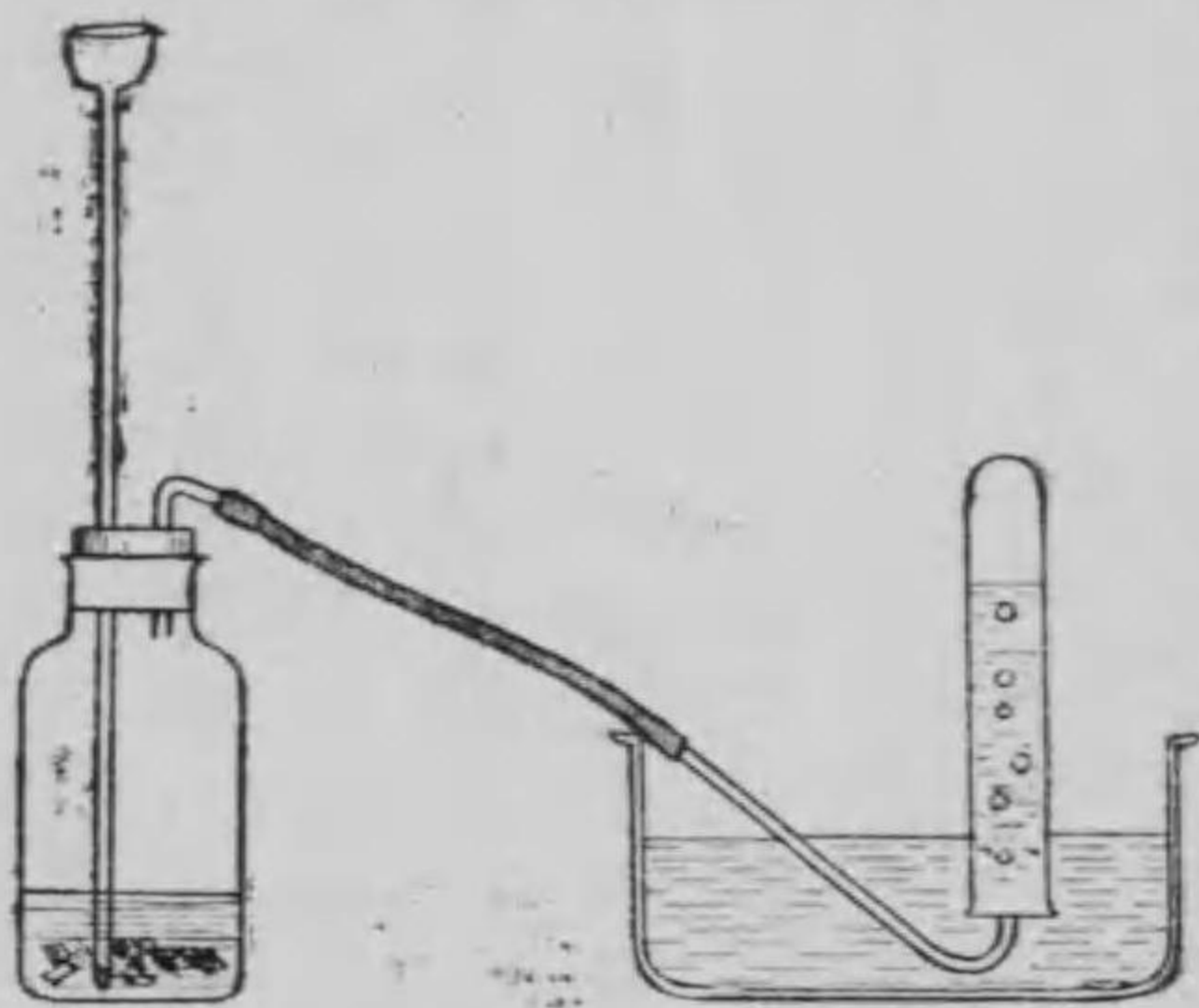
水素の發生捕集及びその性質

實驗(一) 水槽に水を汲み導管を此の中に入れて後廣口瓶の口の漏斗より水を注ぎ、

次に硫酸を注下し、瓶内の亞鉛を注意して觀察せよ。次に試験管に水をみだして水槽内に倒立し其口を瓦斯導管の口の上に持ち行き發生する氣體を捕集せよ。此の時發生したる瓦斯の色及匂ひを觀察せよ。

實驗(二) 瓦斯を捕集せる試験管の下を手にて塞ぎ倒さに持てるまゝ取り出し、點火せるマッチを其の口に近づけて塞げる手をのぞけ。如何なる現象起るか——爆發す。其の爆發に注意して記憶

(圖 五 十 第)



せよ。

實驗(三)次に瓦斯導管の先を、石鹼液を入れたる試験管に挿入して石鹼液をつけ、次に手早く導管の口を上向にして持ち、石鹼球の出来たる後管を振りて球を振り放せ。石鹼球は上るか下るか。

考察 (1)水素と空氣との輕重を判斷せよ。——水素の方輕し。何故か——空氣中にて揚り行くが故に。(之は第四十五課物の重さの項にて教へたる知識より推論せしむ。)

教授上の注意

- 1、水素の捕集に用ふる廣口瓶には豫め亞鉛を入れ、又氣體の漏らざる様栓を固くなしたるものを生徒に與ふべし。又石鹼液は試験管に入れて配布せしむ。
- 2、發生機には試験管を用ふるも可也。又實驗(三)に用ふる瓦斯導管の先は曲げざるを可とす。
- 3、捕集の實驗は教師が別に之をなして模範を示し、夫にならひて兒童に操作せしむべし。性質の實驗は先に生徒に行はしめたる後、更に之を補ふ實驗を教師が行ふべし。之を補ふ實驗は(1)よく燃燒する事及燃燒を助けざる事を示す爲に捕集瓶内に燭火

を挿入して觀察せしむる事。(2)燃燒せしめたる時高熱を發する事を示す爲硝子管の先にて水素瓦斯を燃し之に白金線を入れて著しく光る事をなすべし。

4、教師が之等の實驗を行ふ場合には先づ發生瓦斯を試験管に捕集し之に點火せるマツチを近づけて見、ビュと烈しき爆聲を發せずしてポツと弱き爆聲を發するを見て初めて行ふべし。然らざれば爆聲を起す恐ありて頗る危険なり。

5、實驗(二)に於ての爆聲は注意4の何れなるかをよく記憶せしめ何れにしても水素なる事をよく記憶せしむべし。

6、酸素と水素との混合氣の爆發する實驗を教師がなして兒童に示さんとせば、蒸發皿に石鹼液を入れ之に水素瓦斯の導管を挿入し、又一方より空氣を吹き込み水素と空氣との混合氣の入れる石鹼泡を作り之に、燃燒さじの柄に燭火をさして近づくれば爆發する方法によるべし。

7、硫酸は衣服等に附着せしむれば腐蝕せしめ又手につけば火傷をおこすものなれば取扱に注意せしむべし。

應用問題

1、水素を利用せんとせばその如何なる性質を利用すべきか。——(1)輕き事(輕氣球)(2)燃

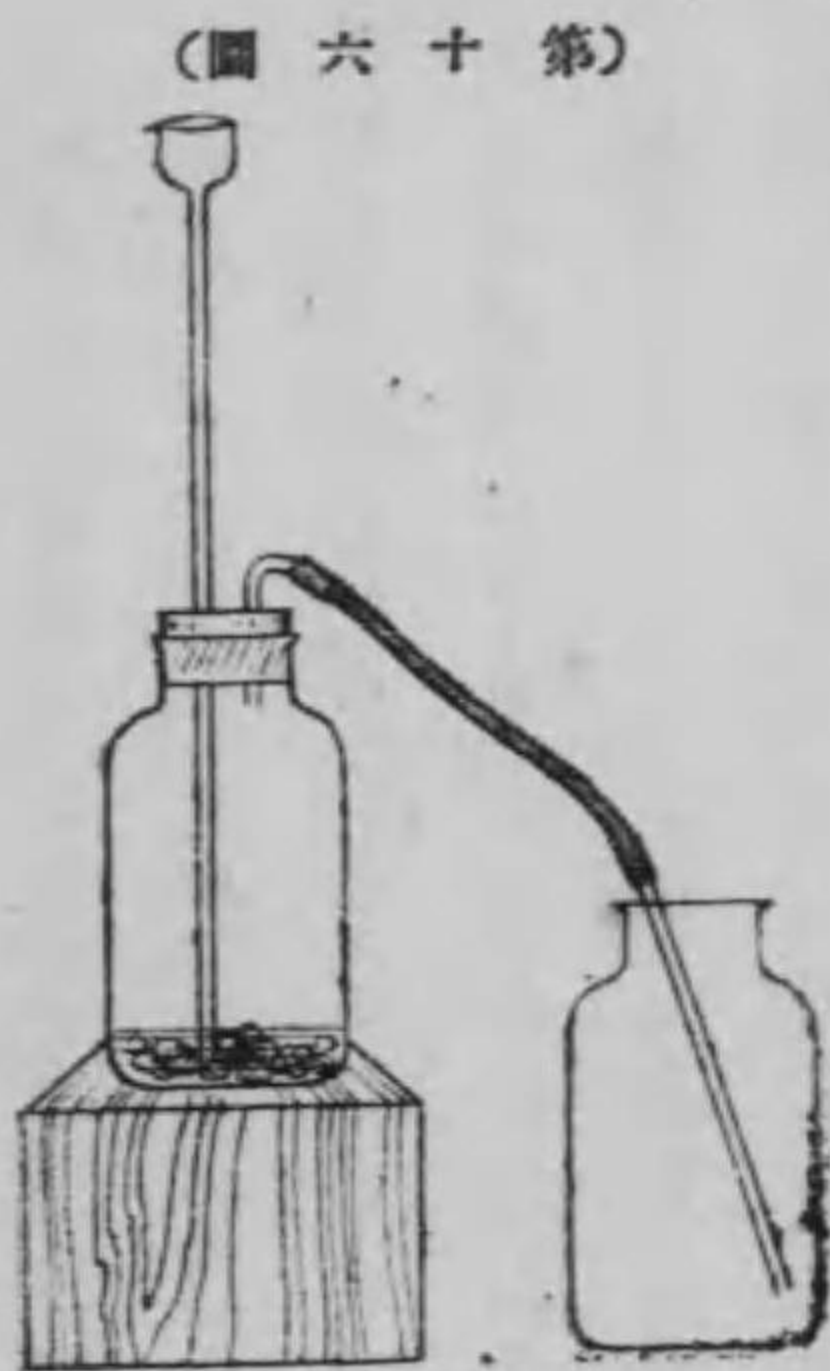
燒して高熱を發する事(酸水素燐として石英等をとかすに用ひられ又は鐵を切り又はつぐ等に用ひらる)
2、夜店等に於てゴム風船の空中に上るものを賣り居るが之には如何なる瓦斯を充しあるべきかを考へよ。——水素。

第五十五課 炭酸瓦斯

準備 器具 廣口瓶、漏斗及導管附、試驗管、集氣瓶

材料 石灰石(又は大理石)、稀鹽酸、小蠟燭、マッチ、石灰水

炭酸ガスの發生補集



實驗 (一) 石灰石の碎片を廣口瓶に入れて之に栓をなし導管を圖の如く集氣瓶に挿入したる後、漏斗より稀鹽酸を注ぎ、瓶内の現象を観察せよ。暫らくして集氣瓶の口に點火せるマッチを入れて見よ。之が消ゆるに至れば炭酸ガスが集氣瓶に滿ちたるものなれば、尙一個の他の集氣

瓶に捕集せよ。

考察 (1) 炭酸ガスと空氣との輕重を考へよ。——空氣より重し。其の推理は何によりてなせしか。——下方置換によりて捕集し得る事より。(2) 炭酸瓦斯は燃焼を助くるか。——せしめず。何によりて判斷するか。——瓶口にマッチを入れて、其の消ゆるによりて瓦斯の滿ちたるを驗したるが故に。

空氣より重きこと

實驗 (二) 小蠟燭に點火して机上に置き其の上より炭酸瓦斯を捕集したる瓶を傾けよ。燭火は如何になるか。——消ゆ。

考察 此の實驗によりて炭酸ガスの如何なる性質を知り得るか。(1) 重くして注ぎ掛くる事を得。(2) 物の燃焼を助けず。

石灰水を白く濁らす事

實驗 (三) 炭酸ガスを捕集せる試験管に石灰水を入れてよく振盪せよ。液は如何になるか。別に只の試験管に石灰水を取り、よく振盪して之を前の炭酸ガスに入れたる場合と比較せよ。

考察 (1) 炭酸瓦斯は石灰水を如何に變化せしむるか。——白濁を生ぜしむ。(2) 然

らば空氣中にて試験管に石灰水をとりにて振盪したる時僅かに白く濁れるは何を意味するか——空氣中にも炭酸瓦斯の僅かには存する事。

教授上の注意

- 1、捕集の場合の發生器には水素の時の装置を其のまゝに用ふべし。但し試験管を用ふるも可なり。試験管を用ふる場合には鹽酸を注ぎて後栓をなすべし。
- 2、實驗(二)に於て試験管にある炭酸瓦斯は少量にて燭火を消すに巧妙なる手際を要し兒童には困難なるべき恐れある場合には廣口瓶に捕集せしむるを可とす。
- 3、以上の性質を示すには特別に教師が之と重複する實驗を繰返すを要せざれど只炭酸瓦斯には以上の他水にとくる性質あり。此の性質は應用上極めて重要なものなればなるべく教師實驗にて行ひて觀察せしむべし。其の方法は、水を満たしたる硝子圓筒に赤色試験紙を入れ置き、炭酸瓦斯發生器の導管を此の筒の底に挿し込み、發生する瓦斯の水に溶くる事及とけたる水の酸性なる事を示すべし。
- 4、石灰水を作るにはガラス瓶に消石灰を入れ之に水を注ぎてよく振盪し上澄液を取りて使用し、使用せる度毎に直に水を補ひて振盪し置くべし。斯くすれば常に必要に應じて直に使用する事を得て極めて便利なり。

應用問題

- 1、酸素の實驗に於て、酸素中に蠟燭及びマッチの餘燼を入れて燃焼せしめたる試験管に石灰水を入れて振り白濁を生ずるを見たり。此の時管内に生じたる瓦斯は何なりしか——炭酸ガス。
- 2、古井戸の底に炭酸瓦斯が多量に居るといふ。其の理由を考へよ——重き爲沈みてたまり居る也(尤も炭酸瓦斯は水にとくるが故に最初は井水にとくるも井水が炭酸ガスに飽和されたる後は漸次井戸の中にたまるべし)。
- 3、古井戸に炭酸ガスのたまれるや否やを驗する方法を考へよ——點火したる蠟燭を下して見ればよし。消ゆれば炭酸ガスあるなり。
- 4、教室内の炭酸ガスをよく換氣せしむる爲には窓の如何なる部をあげざるべからざるか——下の方。

第五十六課 燃焼の生成物

準備 器具 廣口瓶、蒸發皿

材料 マッチ、木片、石灰水

木の燃ゆる時水及炭酸瓦斯を生ずること

實驗(一)蒸發皿によく乾きたる細木片を積み上げて之に火を付け、廣口瓶を倒にして炎の上に置き瓶の内面を注意して觀察せよ。

考察 瓶の内面に生じたる曇は何か——水滴。然らば木の燃えたる時に何を生ずるか。——水。

實驗(二)次に瓶の口に摺硝子を當て、机上に上向になして置き、其の中に石灰水を注ぎて振盪せよ。

考察 こゝに白濁の生じたるは瓶内に何のありたる事を示すか。其の炭酸ガスは如何にして生じたるか——木片を燃焼せしめて。

教授上の注意

1、教師用理科書の炭の燃ゆる時炭酸瓦斯を生ずる實驗は教師自ら實驗すべし。或は又酸素の性質の實驗の時炭を燃焼せしめたる時の事を回想せしめて單に推理によりて判斷せしむるも可也。前に生徒になさしめたる木片の燃焼の實驗は教師の實驗を略すべし。

2、燃焼に用ふる木片は附木もしくは鉋屑等を用ふればよし。鐵皿ある場合は蒸發皿

のかはりに鐵皿を用ふるをよしとす。

第五十七課 春 分

夏至の課の應用問題に示せる測定の外兒童實驗を略す但し應用問題として此の頃又校舎の南側北側内外等及び水の溫度を測定せしめ秋分の頃の表と比較對照して氣候の差異を知らしむるは興味ある事なり。

尋常科第六學年

第一課 泉、井

準備器具 漏斗、スタンド、ピッカー

材料 砂、粘土、普通の土、濾紙

雨と地下水

實驗 (一) 三箇の漏斗を取り各、その中に濾紙を敷き一には砂一には普通の土一には粘土を七分目位宛入れ之に水を注ぎ入れて水の通過する遲速を注意して觀察せよ。

如何——砂最も早く、普通の土之につき、粘土最もおそし。

考察 何故かゝる遲速を生じたるや。——砂は粒粗く隙間大きくして水を通じ易く、普通の土は稍密にして少しく水を通し、粘土は甚だ密にして殆んど水を通さざるによるなり。

教授上の注意

1、漏斗に入る、砂及び土は濕りたるものを用ふべし。

2、井戸を掘りても水の出でざる場合ある事より推理して地下水には一定の水路あることを知らしむべし。

問題

1、雨後砂土の場所と粘土の場所と何れが早く乾くか。其の理由は如何。

第四課 食鹽

準備器具 試験管

材料 食鹽

水にとくる事

實驗 (一) 試験管に水を盛り之に少量の食鹽を入れてよく振盪せよ。食鹽は水に溶くるか。尙ほ少量づゝ食鹽を加へて同様の操作を続け試よ。いつ迄も食鹽はとくるか。

教授上の注意

1、以上の實驗によりて食鹽は水にとくる事及び溶解には一定の限度ある事を悟らしべし。

2. 實際に鹽田なき地方にありては教師用教科書にある鹽水より食鹽を析出する實驗をなすも可なれども、鹽田が附近にある地方に於ては寧ろ鹽田を參觀せしむるを可とせん。又海岸地方にて鹽田の設なき地方にては、砂を盛りて一坪位の鹽田を作り、毎日之に鹽水を注ぎて乾かし製鹽法の實驗をなさしむれば興味多かるべし。

3. 時間の都合によりては蒸發皿に濃き食鹽水を入れて熱して食鹽の結晶を生ぜしむる實驗をなすも可なり。

第二十五課 硫 黃

準備 器具 試験管、試験管挾、酒精燈、ビンセット、硝子棒

材料 硫黃、銅細線、銀貨

熱によりて液體となり又氣體となること

實驗 (一) 試験管に深さ四分許り硫黃華、硫黃の塊なれば三四塊を取り之を試験管挾にてはさみ、酒精燈の火上にかざして熱し其の變化を注意して觀察せよ。如何になるか。

考察 (1) 硫黃を熱すれば如何に變化するか——黃褐色より黒褐色の液體——遂

には濃褐色の蒸氣。(2) 試験管の上部の壁につきたる黄色のものは何か。——硫黃華。之は如何にして生じたるか。——硫黃の蒸氣が冷却されて昇華したるなり。

金屬と化合する事

實驗 (二) 次に銀貨をビンセットにて持ちて、其の試験管の口に近づけ銀貨の色の變化を注意して觀察せよ。如何になれるか——黒く。

考察 銀貨の黒く變色せるは何故か——硫黃が金屬と化合したるによる(硫化銀) 實驗 (三) 次に銅線をコイル狀に巻き其の蒸氣の中に挿入して試よ。銅線は如何になりしか。——黒色に變化して脆くなる。

考察 (1) 之は何故か——硫黃が銅と化合したるに依る。(2) 硫黃の金屬に對する作用は如何。實驗 (二) 及び實驗 (三) より推定せよ。——金屬と化合し易し。

燃え易き事

實驗 (四) 試験管内の融けたる硫黃を割箸の先につけ、之を酒精燈の焰の中に挿入し、次に引出して見よ。硫黃はもゆるか。——空氣中にて燃え易し。其時の瓦斯の臭氣をも記憶せよ。

教授上の注意

- 1、本書に於て「金屬と化合する事」と「燃え易き事」との順序を逆にせるは實驗上都合よしと思惟したればなり。教科書の順序になすも差支なし。
- 2、實驗(一)の考察を進めて水のみに限らず硫黄の如く常温にて固状をなせる物にありても之を更に高き温度となす時は液状を呈し、更に熱すれば氣體となる事を悟らしむべし。又蒸氣より直に固體となる所謂昇華の現象をも理解せしむるを可とす。
- 3、實驗(一)に於て硫黄を熱したる折初めに上部に出づる黄色の固状粉末を兒童は硫黄の蒸氣と誤解する事あり。氣狀の硫黄は暫らく熱したる後黄褐色の液體の上に生ずる濃褐色の氣體なれば注意して誤解なき様了解せしむべし。
- 4、實驗(三)にて用ふる銅線は教師之を作りて與ふべし。之を作るには燃燒匙の柄に銅の細線を巻きてコイル状となせば可なり。
- 5、硫黄のつきたる試験管より硫黄を取るには二硫化炭素を入れて振盪するか、或は硝酸を入れて煮沸すれば可なり。但し試験管の代は二錢位にして薬品の代價却つて高價なれば此の實驗をなしたる試験管は豫め之を捨つる覺悟にて口等の破損せるものを用ふるを可とす。

應用問題

- 1、過去に於て何れかの場合に亞硫酸ガスの臭氣を嗅ぎたる事ありや。——附木使用の時、マッチ使用の時。
- 2、硫黄の他に常温にては固状にして熱すれば液體(或は氣體)に變化する物を觀察したる事ありや。
- 3、鉛又は煙草を包める錫等があれば家庭にて之を火土にかざし熔くる事を實驗して試みよ。

第二十七課 石炭

準備 器具 スタンド、試験管、廣口瓶(栓付)、酒精燈

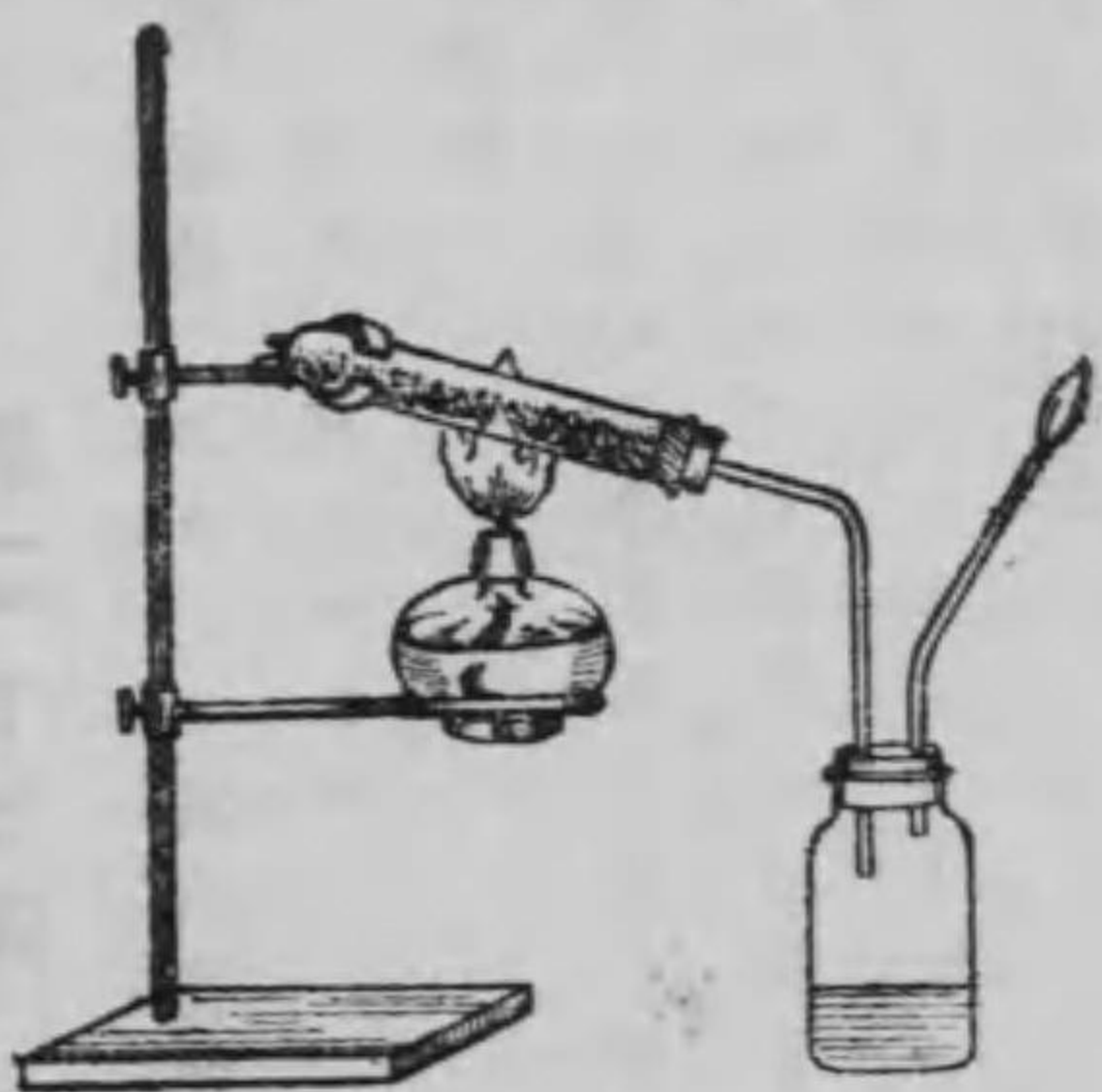
材料 石炭、マッチ

石炭瓦斯

實驗 (一)圖の如き装置をなし酒精燈にて熱し試験管内の石炭の變化を見よ。——白き煙を生じ次で黄褐色の液體を交へて盛に導管を傳はりて瓶内に來る。B管の先より白き煙の出で初めたる時、マッチを以て夫に點火せよ。

教授上の注意

(圖七十第)



1、此の装置を作るは兒童には困難なれば教師が作りて與ふべし。試験管に入る、石炭は成るべく細かき粉となし口に近き方に稍大なる碎片二三個を入れるべし。試験管は金網にて包まざるをよしとす。金網にて包む時は瓦斯の發生極めて弛緩にして一個の酒精燈にては燃燒する程瓦斯を發生せしむる事困難なり。

2、教師が常に經驗せる所にて一個の酒精燈にて十分ニ瓦斯の發生せざる場合には二個宛酒精燈を使用せしめ實驗の組數を半減せしむべし。

3、廣口瓶のかはりにフラスコを用ふるも可なり。唯大なる廣口瓶及びフラスコを用ふる場合には其の體積を縮小する爲に瓶に水を入るゝをよしとす。あまり多く水を入れ極度に右方の瓶の體積を小にすれば又瓦斯の發生の變化甚だしく點火せる火の消え易きおそれあるが故に如何なる程度の水を入れたるが適當なるかは教師自ら實驗して定むべし。

4、實驗後タール及びピコックスを觀察せしめ之等も亦重要なる用途あることを知らしむべし。

5、附近に瓦斯會社ある場所に於てはなるべく之を參觀せしむべし。

第三十二課 鹽酸、硫酸、硝酸

準備 器具

ピッカー(小)試験管、硝子管、試験管臺

鹽 酸

材料 鹽酸、硫酸、硝酸、試験紙、紙片、布片、亞鉛、銅屑、マッチ、鐵屑

實驗(一) 與へられたる鹽酸に就きて其の匂ひ色等を注意して觀察せよ。

實驗(二) ピッカーに水を入れて之に赤青二種の試験紙を投ぜよ。變化起れりや――

起らず。次に之に硝子管を以て鹽酸三四滴を入れて攪拌せよ。何れの試験紙が如何に變じたるか。次に其の液を硝子管の先につけて嘗めよ。如何なる味あるか――酸味あり。

實驗(三) 試験管に亞鉛の小片を入れて之に稀鹽酸を注ぎ、起る現象を注意して觀察せよ。亞鉛は如何になるか――次第に溶く。發する瓦斯は何か。點火せるマッチを

靜かに試験管の口に近づけて験せよ。何か——水素。

硫酸

實驗(四) 興へられたる硫酸につきて色、臭氣、ねばり等を觀察せよ。

實驗(五) 紙と布とに硝子棒を以て一二滴の濃硫酸を附着せしめその變化を觀察せよ。如何になるか——漸次黒色に變じ遂に朽ちて孔を生ず。

實驗(六) ビーカーに水を取り之に赤青二種の試験紙を入れて觀察せよ。變化ありやなし。次にビーカーの水を硝子棒にてかき廻しつゝ少量の濃硫酸を徐々に加へ何れの試験紙が如何に變化するかを觀察せよ。鹽酸の場合と異なるか。

實驗(七) 試験管に亞鉛の小片を入れ、之に稀硫酸を注ぎて觀察せよ。亞鉛は如何になるか。又發生する瓦斯は何なるか鹽酸の場合と同様なる方法にて験せよ。次に鐵屑(又は鐵線)を試験管にとり同様の實驗をなせ。

硝酸

實驗(八) 興へられたる硝酸につきて色、匂等を觀察せよ。

實驗(九) 紙片に硝子棒を以て濃硝酸一二滴を附着せしめその變化を觀察せよ。如何になるか——初は黄色に變じ遂には朽つ。

實驗(一〇) ビーカーに水を取り之に青赤二種の試験紙を入れて變化あるや否やを觀察し、次に硝子管を以て之に濃硝酸三四滴を入れて攪拌せよ。試験紙が如何に變化したりや。硫酸及び鹽酸の場合と異なるか。

實驗(一一) 試験管に銅片(又は銅線)を入れ之に濃硝酸を注ぎ起る變化を注意し、觀察せよ。銅は如何になるか。——次第に溶く。發生する瓦斯の色は如何——赤褐色。液の色は如何に變化したりや。——青色。

考察 凡ての酸に共通なる性質は何か——酸味を有し、青色試験紙を赤色に變ず。酸は金屬に如何に作用するか——之を溶解して氣體を發生す。

教授上の注意

1. 硫酸鹽酸硝酸等は何れも劇藥なれば是等の取扱に就きては特に注意せしむるを要す。

2. 鹽酸硫酸硝酸等の實驗に入るに先だちて其の色匂ひ粘重の度等を觀察せしめたるは極めて必要なる事にして、藥品の外狀を見て大體の豫想をなし得る能力を養ふ爲に常に新らしき藥品を興へたる場合にはかゝる觀察をなさしむる事必要なり。粘りの度といふも精密なる事を要求するには非ず。單に其の容器を振盪して水より

粘り強しとか、粘りなしとか判断せしむれば足る。

3、硝子管にて液状薬品を取る方法は豫備實驗として水を用ひて十分に之を練習せしむるを要す。即ち水中に硝子管を挿入しその上端の口を指にて塞ぎたるまゝ取出さしむ。かくすれば水は落ちずして、硝子管に取り得べし。次に此の水を滴下せしめんと欲せば塞げる指を少しくゆるむべし。

4、酸の試験紙に對する反應を驗するに、本書に於ては常に赤青二種の試験紙を用ひしめたり。青のみを一種用ひしめて實驗をなさば、夫を赤變する事をは知り得べきも赤色の試験紙を如何に變化するや、或は何等變化を與へざるやをも試験せしめざれば、初學のものに法則を歸納せしむるには基礎少しく狹隘なる嫌あり。依て青色のみならず赤色の試験紙をも共にに入れて驗せしむる方法を取りしなり。

5、尙ほ試験紙に關する補助實驗として教師が食鹽水及びアルカリにて試験し、試験紙に對して何等反應を呈せざる藥品及び赤色試験紙を青變せしむる藥品もある事を知らしむれば次課教授の豫備となりて可なり。

6、試験紙にて反應を検するに當りて常に水に試験紙を入れる、様立案せるは、水にては何等變化も起らざれど酸を加ふれば初めて變化するを觀察せしめ、試験紙の色の變

化が全く酸を加へたるに因る事を的確に知らしめん爲、細心の注意を拂へるものなり。

7、酸が金屬に作用したる時氣體の他に、鹽をも生ずる事を正確に知らしむる爲に硫酸に亞鉛を作用せしめたる殘液を集め、煮沸して濃厚となし結晶を作りて示すを可とす。但し硝酸に銅を作用せしめたる時に生じたる硝酸銅は、煮つめて結晶を作る事比較的困難なれば色の變じたる事より推理して硝酸銅を生じたる事を知らしむべし。

8、亞鉛に對する稀硫酸の作用は尋常五學年の第五十四課に於て水素の製法として實驗せしめたるものなれば豫備的質問によりて夫を回想せしめ、こゝにては實驗を略するも可なり。

第三十三課 苛性ソーダ 炭酸ソーダ

準備 器具 ビーカー、試験管、試験管臺、ガラス棒、ピンセット、酒精燈

材料 苛性ソーダ、炭酸ソーダ、鹽酸、毛織物、試験紙(二種)、マツチ

苛性ソーダの溶液

實驗 (一) ビーカーに小許の水を取り之に苛性ソーダの小片を入れ硝子棒にて攪拌せよ。苛性ソーダは如何になるか——溶けて無色の液體となる。

實驗 (二) 次に之に水を加へてうすくし硝子棒に其の液をつけて嘗め味を驗せよ。更に此のビーカーに青赤二種の試験紙を入れて色の變化を見よ。

考察 味は酸と如何に異なるか。試験紙を變色せしむる性は酸と如何に異なるか。苛性ソーダと鹽酸との中和

實驗 (三) 苛性ソーダの淡き溶液をビーカーに三分の一程取り、其の中に青色の試験紙を浸し硝子棒にて絶えずかき廻しつゝ稀鹽酸を徐々に加へよ。此の際常に試験紙の色に注意せよ。試験紙の色が赤色に變じたる時更に苛性ソーダの稀薄溶液を少し許り加へ青赤二種の試験紙を浸して色の變化あるや否やを見よ。若し尙ほ青色の試験紙を青變せしむる時は更に少量の苛性ソーダ溶液を加へて後其の液を嘗めて味を見よ。如何なる味か——鹹味。

考察 此の液が酸味をも有せず又アルカリの味をも失ひて鹹味を有するは如何なる事を示すか。——二溶液が單に相交りて存せずして新たに食鹽を生じたる事を示す。

食鹽の溶液は試験紙に如何に作用するか。——青赤何れをも變色せしめず。

苛性ソーダの動植物體に對する作用

實驗 (四) 試験管に苛性ソーダの濃溶液を入れ之に毛糸を浸し酒精燈にて熱してその變化を観察せよ。如何なる變化起るか——毛糸は遂に爛れ崩る。

炭酸ソーダ

實驗 (五) 試験管に少量の炭酸ソーダを入れ之に水を加へて振れ。炭酸ソーダは如何になるか——水に溶く。次に青赤二種の試験紙の端を浸して色の變化を見よ。又この液に淡き鹽酸を加へて變化を見たる後發生する泡が如何なる氣體なるかを檢する爲に手早く點火したるマツチを試験管の口に挿入せよ。火は如何になりしか——消えたり。然らば瓦斯は何か——炭酸瓦斯。

教授上の注意

1. 苛性ソーダ及び炭酸ソーダの油及び脂肪に對する作用を驗する實驗は教師自ら之をなして示すべし。

2. 實驗(三)の苛性ソーダと鹽酸との中和は方法困難なるが故に教師が注意して行ひ生徒には其出來たる食鹽の液を味ひ見せしむる如くするも可なり。

3、實驗(三)に用ふる溶液は苛性ソーダは二十倍、鹽酸は十倍の水にてうすめたるものを用ふべし。

4、實驗(四)に用ふる苛性ソーダの濃溶液は豫め教師が之を作りて與ふべし。

應用問題

1、炭酸ソーダを洗濯に用ふるは何故か——(1)衣服等に附着せる油、脂肪等を水中に散らし、(2)又動植物質に對して苛性ソーダの如き劇しき作用をなさざるによる。

第三十四課 石灰、アムモニア

準備 器具 試験管、蒸發皿、硝子管、試験管臺

材料 生石灰、試験紙(二種)

石灰

實驗 (一)蒸發皿に生石灰の塊を入れ硝子管を以て之に少量の水を滴下し起る變化に注意せよ。次に蒸發皿の外側に手を觸れて見よ。如何——熱を發したり。

考察 此の熱は何故に生じたるか——生石灰が水と化合して消石灰を生じたる時の化合熱なり。

實驗 (二)前の實驗にて得たる消石灰の少量を試験管に取り之に水を注ぎ手にて管口を塞ぎてよく振盪せよ。暫らく之を試験管臺に靜置し、石灰の大部分が底部に沈み

たる後、その上澄液に青赤二種の試験紙の端を浸して色の變化を見よ。

考察 石灰水は酸性なりやアルカリ性なりや。

アムモニア

實驗 (三)與へられたるアムモニア水につきて其の色、匂ひ等を觀察せよ。次に之に試

験紙を浸して色の變化を觀察せよ。

考察 アムモニア水は酸性なりやアルカリ性なりや。

教授上の注意

1、生石灰は空氣中の水蒸氣を吸収して自然に消石灰に變化し居る事あるを以て水を注ぐも熱を發生せざる事あり。故に實驗(一)に用ふる生石灰は新たに求めたるものを用ひざるべからず。又之を保存するには栓を固く密封し置くを要す。

2、實驗(二)にて得たる上澄液が即ち石灰水なる事を知らしむべし。又其の白濁を石灰乳と稱する事も同時に教授するをよしとす。

3、教師用理科書の石灰水に炭酸ガスを通じて白濁を生ずる事は尋常五年の炭酸瓦斯

の課にて實驗をなさしめられたれば之を略す。但し教師實驗によりて其の白濁が炭酸石灰なる事を知らしむべし。

應用問題

- 1、生石灰に水を注ぎて消石灰を作る事を日常見聞せる事ありや。——消毒用に供する爲によく見聞す。
- 2、生石灰を永く空氣中に放置する時は消石灰に變ずといふ其の理由は如何——空氣中の水蒸氣を吸収して消石灰となるによる。
- 3、石灰の用途に就きて知れりや——消毒用及び漆喰の材料等。
- 4、化合の時に熱を生ずる他の場合を知れりや——物の燃焼によりて熱を生ずるは凡て化合によるなり。

第三十五課 重力

準備 器具 水槽、錘、糸、三角定規
重力

實驗 (一) 糸の一端に錘を付け他端を手にて持ちて之を吊し、錘の振動の止みたる時手

を放ちて錘が如何なる方面に落下するかを見よ。

考察 何故に錘は落つるか——地球の爲に引かるゝが故なり。吊糸の靜止せる時の方向と錘の落下せる方向との關係は如何なりしか——全く同方向なり。然らば地球の重力の方向を容易に觀察するには何を以てすればよきか——物を吊したる時の吊糸の方向によりて觀察すればよし。

鉛直線

實驗 (二) 前實驗に用ひたる錘を吊りて靜止せしめ、其の吊糸の方向によりて鉛直の方向をよく觀察せよ。次に柱の近くに之を持ち行き柱が眞に鉛直の方向なりや否やを測定せよ。

水平面

實驗 (三) 水槽に水を盛り之を動かざる様に置き水の靜止したる時其の表面の方向を觀察せよ。次に錘を其の上に垂れ靜かに降して錘が水面下に没したる後三角定規の直角の所を用ひ任意の場所に於て鉛直線と水平面とが直角なりや否やを試験せよ。

教授上の注意

- 1、實驗(一)の錘を落さしむるは机に傷のつくおそれある故床に落さしむる様にすべし。
- 2、實驗(二)は實驗机の足が略鉛直なる時は柱によらず机の足の鉛直なりや否やを驗せしむも可なり。
- 3、水平面と鉛直線との角度を測らしむるには定規を水面にも鉛直線にも觸れしめず、先づ定規の一邊を鉛直線に近づけて之に平行に置き、他の邊が水面に平行なりや否やを觀察せしむべし。又平面と線とが垂直なりや否やを正確に決定するには二個所以上の方向にて線と面とが直角なる事を確かむるを要するものなれば時間あれば二方向以上にて直角なりや否やを試測せしむべし。
- 4、此實驗は都合によりては運動場又は野外の池のある所にて共同にて大なる装置の實驗をなしつゝ、教授すれば興味多かるべし。

應用問題

- 1、水面が鉛直線に垂直になりて靜止するは何故か——水は形狀を變じ易きが故に重力に引かれて出来るだけ地球の中心に近づくによる。
- 2、水の低きに就く理由をのべよ。——前項の理由と同じ。
- 3、鉛直線の利用を嘗て觀察したる事ありや——大工が家を建つる時柱の向を定むるに用ふ。(之を今迄に觀察したる事なくば爾後注意してかゝる場合に觀察せよ。)
- 4、水平なりや否やを試験する器械を見たることありや(水準器)。如何なる時に用ひらるるや——家の土臺等を水平に据えつくる時に用ひらる。

第三十六課 槌子

準備器具 槌子、錘

二力が支點の兩側に働く槌子

實驗(一)槌子の右側に錘を懸けて槌子が何れに傾くかを見、又錘を槌子の左側に懸けて同様の實驗をなせ。次に槌子の左右等距離の所に錘一個宛を懸けて何れかに傾くや否やを驗せよ。

考察 右側(又は左側)に錘を懸けたる時槌子が右方(又は左方)に傾くは何故か——錘がその量さによりて槌子の右側(又は左側)を引き下げ之れを右(左)方に廻さんとするによる。左右等距離の所に同数の錘を懸くる時何れにも傾かざるは如何なる理由によるか——之等の錘が槌子を廻さんとする力相等しく方向が互に反對になるによる。

實驗(二) 槌子の左方の距離2の所に一個の錘を吊り右方距離1の所に何個の錘を懸けたる時に釣合ふかを實驗せよ。何個か——二個。
次に右方の距離を2、左方の距離を3とし適當に錘を懸けて釣合ふ錘の數を發見せよ。

考察 (1)同數の錘を懸けたる時は、支點よりの距離近きときと遠きときと何れが槌子を廻さんとする働き大なるや——遠き時の方大なり。(2)槌子の釣合ふ場合に距離と錘の重さとの間に行はるゝ一般的法則如何之を推定せよ——力の大きさの數と距離を示す數との積が相等しければ釣合ふ。(3)槌子を用ひて力を利せんには如何にせばよきか——力を働かしむる點を支點より出来るだけ遠くすると。

二力が支點の同じ側に働く槌子

實驗(三) 教師用理科書の挿畫にある如き装置を用ひて槌子を上及び下より同時に引かじめ、釣合ふ場合の錘の數と距離との關係を研究せよ。如何なる關係の場合に釣合ふか。其の法則は實驗(二)の場合と異なるか。

應用問題

- 1、天秤棒の兩端に等しき重量のものを掛けたる時は天秤棒の何れの部分を擔ひて釣合ふか。又兩端にかけたる重さの異なる時は如何なる點を擔はざるべからざるか——重き荷物に近き方。爾後天秤棒にて物を擔へる人を注意して觀察せよ。
- 2、重き物體をこぢ上ぐる時に用ふる槌子は此の槌子の理を如何に應用せるものか。花鋏、釘拔等は之を如何に應用したるものか。
- 3、其他に槌子の理を應用せる器械をあげよ。

第三十七課 秤

此課は兒童實驗を要せず。

應用問題

- 1、桿秤の下げ緒は普通二本ありて各秤量する重さを異にす。重きものを掛くるには荷物に近き下げ緒を用ふるか遠き下げ緒を用ふるか。其理由を説明せよ。
- 2、箸にて桿秤の桿を作りて之に糸を結び附け、石にて分銅を作り皿は紙又は厚紙にて作れ。之に目盛をなすには、先づ何も掛けずして釣合ふ分銅の位置を定め之を0とし又既知の目方(例へば十匁のもの)を掛けて丁度釣合ふ點を十匁とし、0と十匁との

間を尺度にて十等分して二、三、四、五、六等の位置を定め、之と等距離に十、九以上の目盛を定むべし。

第三十八課 振子、時計

準備器具 振子(二個)、スタンド

振子

實驗(一) スタンドに振子を結びつけその錘を少しく右側に引よせ之を放ちて其の運動を観察せよ。次に教師が命じたる時間内に其の振子が何振動するかを數へよ。

實驗(二) 長さの異なる二個の振子を同時に振動せしめて其の一振動に要する時間が長さと如何なる關係を有するかを研究せよ。如何なる關係あるか——短きもの程振動に要する時間小なり。

教授上の注意

1、振子の實驗は通常糸をスタンドに結付くるをよしとすれどピンにて糸を机の側面に止めてなすも手数を要する事少くして面白かるべし。

2、實驗(一)に於て同一の振子に於ては一振動に要する時間が常に一定なる事を實驗せ

しむるには教師が時計を見て振動を初むる時刻及止むる時刻を命令して一齊に實驗をなさしめその間に何振動せしかを數へしむる方法によるべし。

3、此の場合に振幅のあまり大ならざる範圍にありては一振動に要する時間は振幅の大小に關係なきことをも實驗せしむべし。

4、實驗(二)に用ふる二個の振子は一方を他の二倍の長さに作るべし。かくする時は一振動に要する時間が長さに比例せずしてその平方根に比例することを知らしめ得べし。一方の長さを他方の長さの四倍とせば尙ほ此事を知らしむるに好都合なるべし。

5、時間あれば振子の一振動に要する時間が錘の物質及び輕重に關係なき事を實驗せしめ得るも之は教師實驗にて十分なるべし。

應用問題

1、時計は振子の如何なる性質を應用せるものか——一振動に要する時間の一定なること。

2、振子を用ふる柱時計の進み過ぐる時如何にせば正しく進む様になるか——錘を下げて振子を長くすればよし。

3、振子に調節の装置なき柱時計は夏と冬と何れが進み何れが後るるか——夏は後る
(金屬は温度高ければ延びて、振子が長くなる故。)

第四十課 光の直進

準備器具 ランプホヤ、厚紙

材料 線香、マツチ

光の直進する事

實驗 (一) ランプのホヤの一端を厚紙にて蔽ひ他端より線香にて煙を入れ、厚紙を日光

の方に向け、ホヤを光線と殆んど平行に保て。厚紙の孔を通過せる光線が如何に進むかを觀察せよ。——直線に進行す。

教授上の注意

1、光の直進につきて教師用理科書にある實驗は間接の方法にて且つあまり正確なる實驗にあらざるが故に上述の如き方法を工夫せり。若し教師用理科書の方法による場合には、觀者の眼の位置を他の生徒に印し置かしめ燭火と厚紙の孔と觀者の目の位置とが一直線上にある事を後に検査せしむべし。

2、厚紙は中央に直径一分位の丸き孔か又は幅五厘長さ二分位の細長き孔を穿つべし。此の厚紙には五寸四方位の大きさのものを用ひて作り、平面鏡によりて生ずる像の實驗及び高等科の慣性の實驗に用ふべし。

3、ランプのホヤは全周の凡そ三分の二位白紙又は色紙を貼るべし。然らざれば光線の進路あまりよく見えず。黒き紙は却つてよろしからず。又ランプホヤの一端に厚紙を用ふるかはりに孔を穿てる黒き紙をはりても不可なけれども厚紙の面積大なればホヤの所を暗くする効あるが故に厚紙を用ふる方まされりとす。

4、線香の煙は孔より漸次遁れて薄くなるが故に光線を觀察しつゝある間にも下端より挿入して絶えず煙を出さしめ置く方よろし。

5、此の實驗は戶外若くは窓より光線の挿し込む教室に於てなすべし。

6、又光の直進する實驗は教室内に於て特に行はずとも曇日に雲の間より漏るゝ光の直進する場合に偶發事項を捕へて教授するもよく、或は森かけ等にて梢を漏るゝ日光を見てなすもよし。

7、教室内に日のさし込む場合には窓の一點と床上の其の點の影とに糸を眞直に張り置き、厚紙を此の線に沿ひて動かし、如何なる場所に於ても光の境が糸と一致せる事

を實驗して知らしむるも可なり。此の實驗は室外にて家の陰影に就きてなすもよし。

應用問題

- 1、日常の經驗に於て光の直線に進行する事を觀察したる事ありや。如何なる場合に觀察せるか。
- 2、光源に近づく時と遠ざかる時と陰影は何れが大なりや。其の理由を考へよ。
- 3、暗き室内に、小孔より漏るゝ光が障子若くは壁の上につりて、外の樹木家屋などの影の倒さに寫るは如何なる理由によるか。かゝる現象を觀察したる事なきものは、日中戸を閉めて、戸の節孔より入る光に白紙を四五寸放してあてゝ其の像を見よ。又小孔をうがてる厚紙の前にローソクを立てゝ其の孔を通過したる光を厚紙に受けて實驗し試よ。

第四十一課 光の反射

準備 器具 平面鏡、圓筒二個、三角定規

材料 ローソク

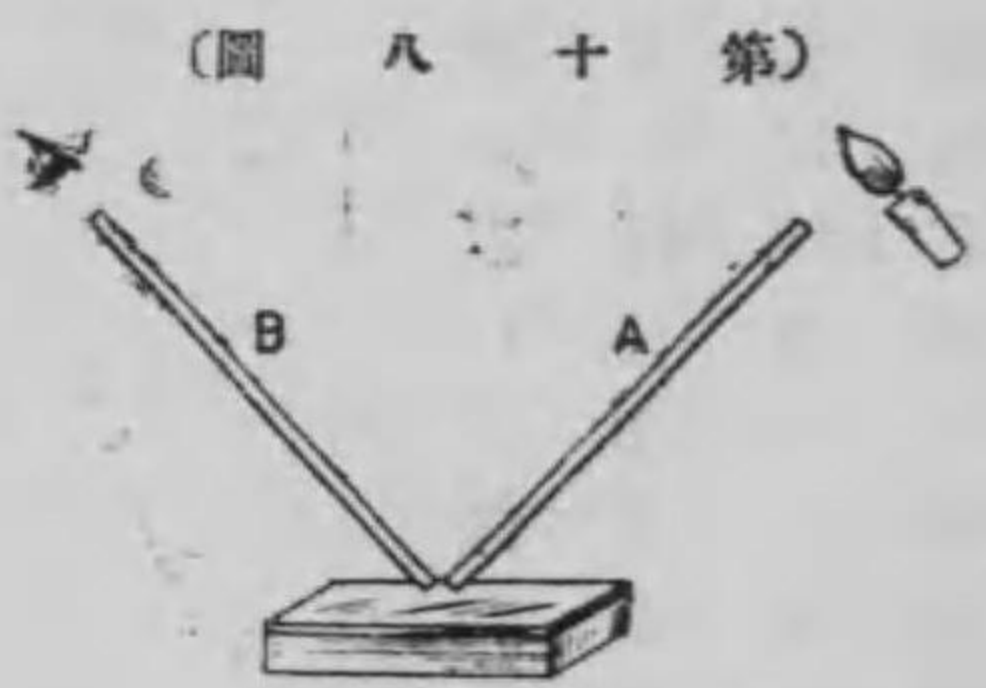
平面鏡に當れる光の反射

實驗 (一)圖の如く圓筒Aの一端を鏡面に觸れ他端に燭火を置き、他の圓筒Bを前後左右にうごかして丁度其の燭火の虚像が鏡面の底に見得る様になすべし。次に三角定規を用ひて二つの筒が鏡に對して同一の傾

を有する事尙嚴密には法線に對して等しき角をなす事及び法線と圓筒とが同一平面上にある事を觀察せよ。

圓筒Aの傾きを様々に變化して數回同様の實驗を繰返せ。

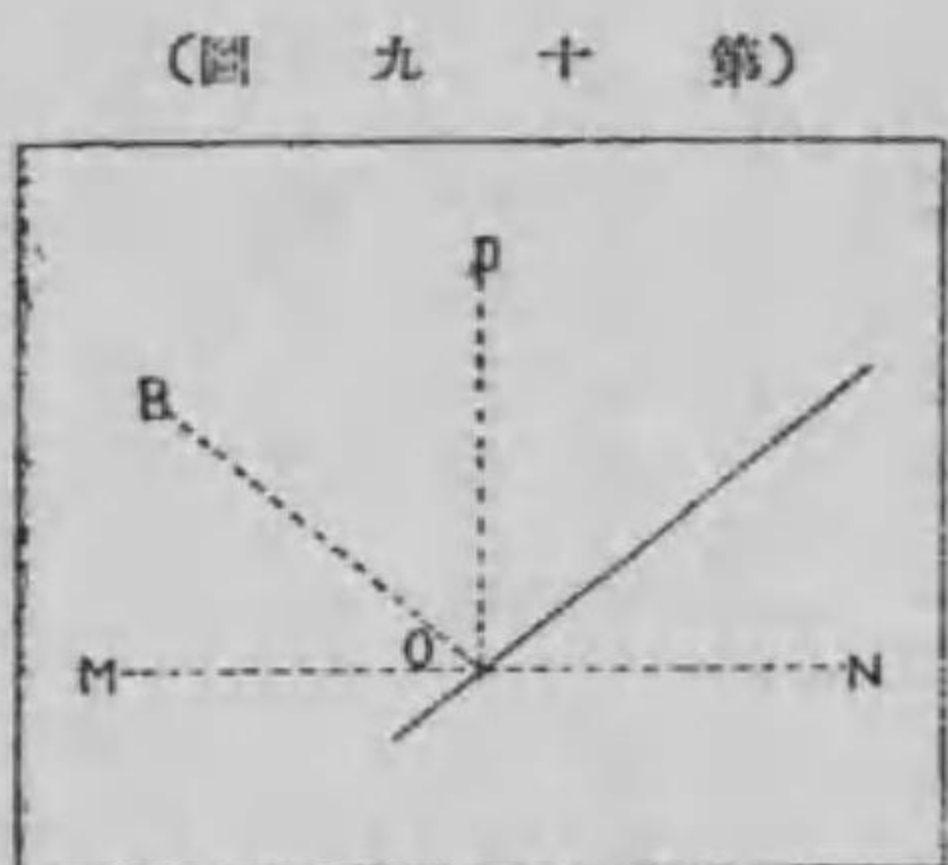
考察 此の場合圓筒Aの傾きを投射光線となし、圓筒Bを以て反射光線の傾きとなすは何故か。——燭火の發する光の中圓筒の中を通過するもののみ鏡面に達し、鏡面より反射したる光が圓筒Bを通過する時のみ燭火の像をみとめ得るが故なり。



教授上の注意

- 1、圓筒には竹を切りて用ふるべく太さは徑三分位のものをよしとす。曲れるものは用ふべからず。又竹のかはりに稍、大き硝子管の周圍に黒色の紙を貼りて作れば最もよし。長さは一尺位にて可なり。

2. 此の實驗を定量的に正確に行はしめんとせば、畫用紙に圖の如く任意の斜線を引き、之をピンにて板に止めて鏡の背後に立て、鏡の表面に沿ひて線MNを鉛筆にて引き、



(圖 九 十 第)

圓筒Aを前の斜線に一致せしめ、次に前述の方法によりて圓筒Bの位置を定めて後之に沿ひて線OBを引かしむべし。次に其の畫用紙をとり定規を用ひてO點に於てMNに垂線ODを引き、此のODに對して前に引きてありたる斜線とOBとが同一の角度をなす事を作圖上にて測定せしむべし。此の場合には入射光線と反射光線と法線とが同一平面上にある事を知らしむる爲に圓筒Bを畫用紙の平面と平行に置かざれば像の見えざる事をも實驗せしむるを要す。

3. この課に用ふる鏡は椽なきものを用ふべし。又平面鏡の實驗にも用ふる爲に鏡の底に厚さ一寸位の木臺を附け横にも置かるゝ様に作る事必要なり。

4. 前にあげたる實驗は間接の方法にて面白からず。尙直接の方法によりて光の反射を實驗せしめんとせば暗箱を作りて之にスリットより光を入れ之を鏡面に受けて反射せしめ、入射光線と反射光線とが鏡面に立てたる垂線即ち法線に對して等角を

なす事を測定せしむれば可なり。此の方法による時も畫用紙を用ひて之に作圖せしむれば正確なり。此の方法は最もよき方法なれど兒童實驗器械としてはあまりに高價に過ぐるが故に簡易なる間接方法によれるなり。されば教師實驗として此の直接方法を用ひて實驗して觀察せしめたる後、應用的間接方法として前に掲げたる實驗を課するをよしとす。

5. 幾何光學に於ては幾何學的作圖が極めて必要なるが故に時間の都合さへつけ得れば注意1に述べたる方法によりて作圖の練習をなさしめたるものなり。

應用問題

1. 鏡を以て燈火を反射せしめ反射したる影と鏡とを結ぶ直線が、燈火と鏡面とを結ぶ直線と、鏡面に對して等しき角をなせる事を家庭に於て實驗せよ。尙ほ鏡面の位置を種々變化して實驗せよ。
2. 光と同様の法則にて反射するものを見たる事ありや。——ゴム毬を壁に打ちつくる時、球をころがして板に當てたる時。
3. 鏡を電燈(又は燈火)の向ふ側に立つれば著しく明るくなるは如何なる理由か。
4. 波立てる水面にうつれる月若くは燈火の像の比較的長さは如何なる理由によるか。

波は曲面にして即ち様々角度の異なる平面鏡を綴り合せたるが如し。されば、一つの波の或點に投射したる光が反射の規則にしたがひて目に入りて月の像を生ずると共に、他の波に於ては又異なる角度の面より反射したる光が丁度反射の規則にしたがひて目に入り、かくて多くの波より月光を反射して目に送るを以てなり。夜燈火のもとにて二つ以上の鏡を用ひ其の傾を少しく異らしめて之を實驗せよ。

第四十二課 平面鏡

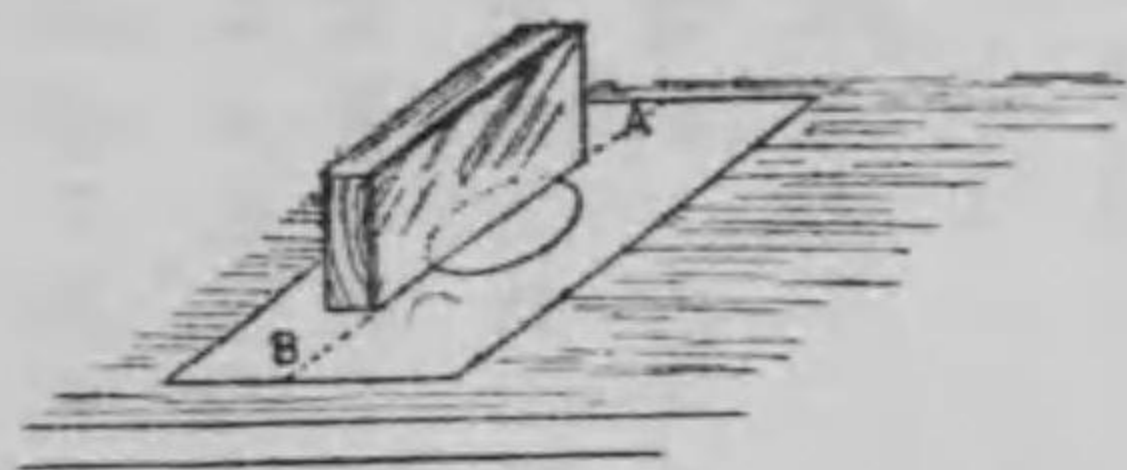
準備器具 平面鏡、厚紙

平面鏡によりて生ずる物體の像

實驗 (一) 厚紙上に圖の如く半圓と直線 AB とを引き鏡を横(面)を右向にして其の鏡面を線 AB に一致せしめ右方より厚紙上の半圓と鏡にうつれる半圓の像とを併せ見よ。如何なる形に見ゆるか——圓。

考察 厚紙上に畫ける半圓とその像とが併せて正しき圓に見ゆる事は像と實物との大きさが如何なる

(圖 十 二 第)



關係なる事を示すか。——等しき大さなる事を示す。又實物と像との鏡よりの距離が如何なる事を示すか。——等距離。

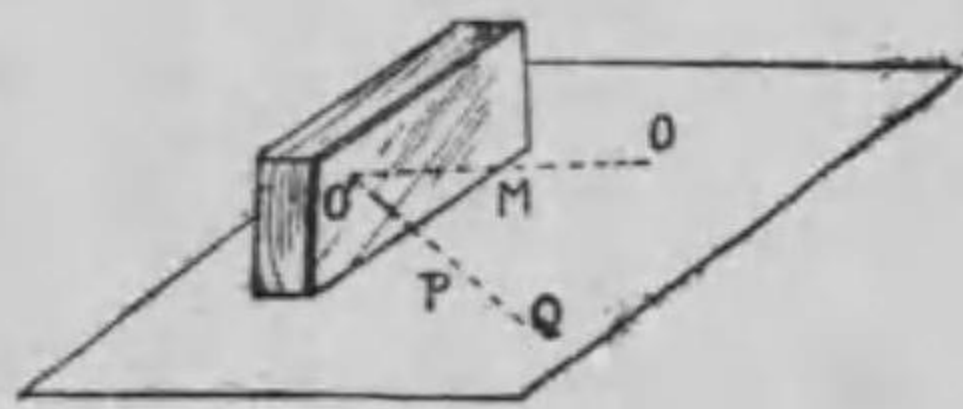
實驗 (二) 次に左手を厚紙の上に置き生ずる像を右手及び左手と比較せよ。何れの手と等しきや。——右手。此の實驗は文字を寫してなすも可なり。

考察 平面鏡によりて生ずる像は左右につきて實物と如何なる關係を有するか。——左右反對なり。

教授上の注意

1. 厚紙は前に光の直進の實驗に用ひたるものに作圖し置き用ふべし。作圖には半圓と半徑とを引き置くべし。
2. 前に掲げたる實驗(一)によらず厚紙のかはりに畫用紙を用ひ此の上ピンに如く小なる物體を置き鏡を線 AB に一致せしめて其の像を見、眼を動かさざる様にして物體の像と目とを結ぶ直線上の任意の二點 P 及び Q を取り、P 及び Q を結べる直線の延長とピン(O)より AB に立てたる垂線の延長との交り O' を求め OM 及び O'M の長さを測定せしめ實物と像とが鏡面より等距離にある事

(圖 一 十 二 第)



を實驗せしむるも可なり。

應用問題

- 1、井戸の水面に波なき時之をのぞけば自分の像を生ず。此の時自分の顔のうつれる所は井戸の水面迄の距離と如何なる關係を有するか——二倍の距離にうつる。
- 2、鏡にて見る時は左衽に見ゆ。其理由は如何。

第四十三課 光の屈折

準備 器具 蒸發皿、銅貨、ビーカー

光が水より空氣に出づる時の屈折

實驗 (一) 机上に、銅貨を入れたる蒸發皿を置き、目を順次にさげて丁度銅貨が蒸發皿の端に遮られて見えざるに到れる時こゝに靜止して、ビーカーにて水を徐々に蒸發皿に注げ。如何なる現象が起るか。——銅貨が器底と共に漸次浮上りて見ゆ。

考察 銅貨が見ゆるに到れるは何故か——銅貨より發する光が目に入りたる爲。水を注ぎたる爲に光が目に入るに到れるは何故なりや。——光が水を出づる時屈折して其の進行の方向を變ずるが故なり。

教授上の注意

- 1、蒸發皿に水を注ぐは觀者以外の者になさしめて交互に觀察せしむべし。

應用問題

- 1、水底は實際の深さより淺く見ゆるか、深く見ゆるか。——淺く見ゆ。(之を實驗的に見せしむるにはビーカーに水を盛り上より之を觀察せしめビーカーの底が机よりも遙かに淺く見ゆる方法によるべし。)
- 2、鏡は實際より厚く見ゆるか、薄く見ゆるか——薄く見ゆ。
- 3、水中に挿し入れたる棒の水面より急に曲りて見ゆるは如何なる理由によるか。水中の部分は上方に曲りて見ゆるか下方に曲りて見ゆるか。

第四十四課 凸レンズ

準備 器具 凸レンズ、厚紙(白)

材料 ロック

凸レンズによりて生ずる實像

實驗 (一) 凸レンズの一侧に點火せる蠟燭を置き、他の側に於て厚紙を立て之を漸次レ

レンズに遠ざけて、こらし行き、厚紙に燭火の明瞭なる像の生ずる所に止め、像の方向、大きさ等を観察せよ。

凸レンズによりて生ずる虚像

實驗(二)次に燭火を次第にレンズに近づけ、其都度像の生ずる位置を研究せよ。燭火をレンズに近づくるにしたがひて像の位置及大さは如何に變化するか——位置は漸次遠くなり且つ大きくなる。

かくて厚紙を如何に遠き所に置ても其の面に燭火の像を生ぜざるに至れる時更に少しく燭火を近づけ凸レンズを透して燭火を見よ。如何——燭火の大なる像がレンズの向側に見ゆ。

教授上の注意

1. 凸レンズの製造を容易にする爲中央と周圍との厚さの差比較的少きものありかゝるものを用ふる時は焦點距離長き爲實驗に極めて廣き場所を要するを以て購入の際十分注意するを要す。蟲眼鏡は安價にして且つ焦點距離短かくして都合よし。
2. 高等科第二學年第二十一課凸レンズの項を參考すべし。

第四十五課 音

音の實驗は同一教室に於て同時に兒童に實驗せしむる時は各組にて起す音が混雜して精密に之を聴取すること困難なるが故に兒童實驗としては不適當なり。

應用問題

1. 煙火を見る時音を聴きて後に之を見れば光は既に消え去れること多きは何故か。
2. 槌に物を打つを遠方にて見る時、打ち下したる槌の上らんとする頃漸やくにして音を聞くは何故か。
3. 家庭にてゴムの薄き膜(ゴム風船の破片を用ふれば最もよし)を口に當てて吹き、張りを種々に加減して音の高底と張力との關係を實驗せよ。

第四十六課 磁石

準備器具 棒磁石、磁針二個

材料 鐵粉、木綿針

磁石の鐵を引く事

實驗(一) 棒磁石を鐵粉中に入れ如何なる部分が最も多く鐵粉を引くかを驗せよ。
磁石の南北を指す事

實驗(二) なるべく近傍にある鐵を遠ざけて磁針を靜止せしめよ。其の方向を記憶して、次に磁針の臺を回轉せよ。磁針は如何なる變化をなせしや。前の場合と磁針の方向は如何。

——磁針は其の運動を自由になし置く時は一定の方向を指して靜止す。その指示するは南北なり。

磁石の兩極は其の性を異にすること

實驗(三) 一つの磁針を自由に動き得る様に支へ、其の指北極に他の磁針の指南極を近づけよ。相引くか。次に手にもてる磁針の指北極を近づけよ。相引くか。次に机上に置ける磁針の指南極につきて同様の實驗を繰り返せ。

考察 磁石の異名の極は如何に作用するか——互に相引く。同名の極にては如何。——互に相拒く。

磁石の製法

實驗(四) 木綿針を鐵粉中に入れて見よ。鐵粉を引くか。——引かず。次に棒磁石の一

方の極にて針を同一の方向に數回摩擦して後之を鐵粉中に入れて見よ。如何に作用するか。糸にて此の針を結び他端を持ちて之を吊して驗せよ。南北を指示すべし。

教授上の注意

- 1、實驗(一)に於て磁石に附着せる鐵粉は後に之をとる事面倒なるが故に棒磁石に日本紙を巻きて鐵粉中に入るゝをよしとす。此の場合には磁力が紙をとほして作用する事をも併せて教ふべし。又鐵粉のかはりに小さき鋏を用ゆれば取る時に何等困難なかるべし。
- 2、磁針を買ふ費用なき場合に於ては實驗(四)を先にしてかくして作りたる磁針を用ひて實驗をなすも可なるべし。
- 3、此の場合には糸のよりの爲に磁針靜止の方向が影響せらるゝを以て、なるべくよりの少き糸を用ふる事を要す。又針の吊し方は一箇所を結べるのみにては傾き易きが故に二個所を結びて掛ける様に裝置すべし。
- 4、磁石を製するには單に一つの極を以て一方に摩擦する他、二つの極にて互に反對の方向に摩擦しても可なる事を教師が實驗して示すべし。

5、時間に餘裕あれば磁石の感應を教ふる爲に釘を棒磁石にて引かしめ其の釘の先に又釘を近づけ、元の釘に後の釘が引きつけらるゝ事及び元の釘を磁石より取り放す時は引きつけられたる釘が直に引かるゝ力を失ひて放れ落つる事を實驗せしむべし。勿論此の實驗をなすには釘が豫め鐵を引く性なき事を驗し置くを要す。

應用問題

1、磁針の南北を指して靜止する理由を考察せよ。——地球が一つの大なる磁石なるが故なり。然らば地球の地理上の北は地球磁氣の何れの極に當るか——指南極。

第四十七課 電氣

準備器具

硝子棒、エポナイト棒、絹布、毛皮、絶縁柄を附したる金屬、電氣振子

材料 燈心或は麥稈、紙等の碎片

電氣の起る事

實驗 (一) 硝子棒を燈心或は麥稈若くは紙の碎片に近づけて見よ。引くか。次に之を絹布にて摩擦して後近づけて見よ。引くか。エポナイト棒を猫皮又は頭髮にて摩擦して同様の實驗をなせ。

導體不導體

實驗 (二) 絶縁柄を附したる金屬を取り、其の金屬の部分を手を持ちて毛皮にて其の金屬の部分を持ちて之を燈心に近づけて見よ。引くか。——引かず。

次に絶縁柄を持ちて同様の實驗を行へ。帶電せるか——帶電したり。

考察 前の場合には全く發電せざるか——否發電せるも遁れ去るなり。

二種の電氣

實驗 (三) エポナイト棒を毛皮にて摩りて之に帶電せしめ之を電氣振子に近づけて其の時起る現象を注意して觀察せよ。(木髓球は初めエポナイト棒に引附らるゝも一度之に觸るれば直に突き返さる。)

次にかくして電氣を與へたる電氣振子を相隣れる他組の振子に近く持ち行き木髓球が互に相引くか相斥くるかを觀察せよ。

次に一方の振子の木髓球に指を觸れて電氣を取去り、硝子棒を絹布にて摩りて起したる電氣を之に與へ、二つの振子を近づけて相引くか相斥くるかを觀察せよ。

考察 絹布にて硝子を摩擦したる時硝子に起る電氣とエポナイト棒を毛皮にて摩擦せる時エポナイト棒に起る電氣とは全く同一のものか又は異なるか。——異なる。

何故に異なる事を知るか——エポナイト棒の電氣を與へたる二個の振子を近づけたる時と、エポナイト棒の電氣と硝子棒の電氣とを各別に與へたる二個の振子を近づけたる時と、吸引拒反の現象を異にする故。同種の電氣は互に如何に作用するか——相斥く。異種の電氣は——相引く。

教授上の注意

- 1、之等の實驗に用ふる器具は豫めよく乾燥せしめ、其の實驗に要する器具のみを其の都度頗ち與ふる様にすべし。乾燥の装置は三尺立方位の枠を作り其の中に數個の段を設け、上及び段は格子とし横及び向側を紙にて貼り、之を以て火鉢を蔽ひ段及び格子の上に器具をならべ置く様にすれば最も都合よし。
- 2、半分をエポナイトにて他の半分を金屬棒にて作りたる棒を用ふる時は實驗(一)及び實驗(二)に使用するを得て便利なり。
- 3、本書に於て封蠟棒のかはりにエポナイト棒を用ふる様立案せるは、封蠟棒よりエポナイト棒の方電氣を起し易く、又封蠟を硝子棒に塗りたるものは封蠟容易にはげ落ちて、永く使用する事を得ざればなり。
- 4、實驗(二)に於ては初めの實驗によりて、金屬と毛皮とを摩擦したる時は發電する事なきかの疑問を起さしめ、次に絶縁柄をもちて摩擦せば、發電する事を實驗せしめて、前の場合に輕き物體を引き付けざりしは金屬の部分を持ちてなしたるに原因する事をさとらしめ、導體不導體の觀念に導くをよしとす。

應用問題

- 1、電氣振子に帶電體を近づくる時初めには引つくるも一度振子が之に觸るゝ時は直に突き返さるゝ理由を説明せよ(初めの引きつくる事は感應による故之は考へしめず突き返さるゝ理由のみを考へしむ)——振子が帶電體にふるゝ時は電氣が直に之に移るにより同種の電氣は互に拒反する法則によりて、かゝる現象を呈するなり。
- 2、人體が良導體なることは如何なる實驗をなして知り得るか——本書實驗(二)。

第四十八課 電 流

準備 器具 電池、導線二種、磁針

電流の磁石に對する影響

實驗(一) 磁針を机上に置き、之に近く且つ此の針と平行に、導線を張り、其の兩端を電池の炭素棒と亜鉛棒とに繋ぎ、磁針が如何に影響せらるゝかを見よ。如何になれるか。

—— 偏れり。

次に導線の一端を電池より放せ。如何になれるか。—— 磁針は舊位置に戻る。

實驗(二)實驗(一)に用ひたると同長にして太さ細き線金を用ひて前と同距離にて同様

の實驗をなし磁針のかたよりを前の場合と比較せよ。多く偏れるか少く偏れるか。

—— 少く偏れり。

次に實驗(一)に用ひたると同じ太さにて長さのみ異なる(長き)線金を用ひて實驗をなし偏りの度を見よ。

教授上の注意

1、電池はブンゼン電池を用ふべし。

2、電池に接続する針金の極はよく磨き置かざるべからず。錆のある時は其の爲に接続點に於て電流が妨げられ實驗は正確なる結果を得る事能はず。之を接続するにも十分注意して能く接続せしむべし。

3、實驗(二)は之を省くも可なり。

4、磁針を購入する費用なき時は本書第四十六課磁石の項の注意に示せるが如くして木綿針にて磁針を作り之を用ひしむべし。

5、本書の實驗(二)は時間の都合によりては之を略するも可なり。

第四十九課 電 燈

此の課の實驗は電池に比較的高きボルトのものを要するが故に、其の都度各組の生徒に乾電池を買ひて與ふことは普通費用が許さざるべきを以て教師の實驗にて示すを可とす。但し生徒にも實驗をなさしめたとしと思はゞ休み時間又は放課後生徒數人を一組として教師が監督のもとに一つの器械にて交番に行はしむべし。

第五十課 電鈴、電信機

準備 器具 電池、電磁石、簡易電信器、導線、釘

電磁石

實驗 (一)電磁石の極に釘を近づけ引くや否やを試験せよ。次に導線を用ひて電磁石を電池の兩極につなぎて釘を近づけ見よ。更に其の導線を切りて見よ。尙釘を吸引するか。

電信機

實驗 (二) 簡易電信器の電磁石に導線を以て電池の兩極を接続し、發信器の鈕を押して電流を通ぜしめよ。受信機の鐵片は如何なる作用をうくるか。次に發信器の鈕を押すことを止め電流を切りて見よ。鐵片は如何になるか。

尙發信器にて電流を斷續し其の度毎に鐵片が如何なる變化をうくるかを觀察せよ。

教授上の注意

1. 簡易電信器の電磁石は自由に抜きとり得る様にし、電磁石の實驗には之を取り放して用ふれば便利なり。

2. 又受信器の鐵片に鐵製のペン先を附け、電磁石の上にて紙を徐々に動かして、實驗をなす時は電流斷續の模様を點又は線にてあらはす事を得て興味多かるべし。

第五十二課 食物

準備器具 ビーカー、試験管、試験管臺、蒸發皿

材料 葛粉、牛脂、雞卵、ヨード液、マッチ、箸

澱粉

實驗 (一) 葛粉を蒸發皿に入れ之に少量の水を入れ塊をつぶして泥状となし之を二個

の試験管に少しづつ分ち入れ、一方には冷水を他方には熱湯を加へて振動せよ。冷水を入れたる方と熱湯を入れたる方と如何に異なるか。之を試験管臺に靜置して變化を見よ。

次に沃度の液を一二滴これ等に加へ色の變化に注意せよ。

脂肪

實驗 (二) 牛脂の小片を試験管に入れ之を熱湯中に挿入して其の變化を觀察せよ。次に之を冷水の中に注ぎかけよ。如何なるものを生ずるか。次に牛脂を箸の先に附着せしめマッチにて火をつけて見よ。

蛋白質

實驗 (三) 卵の卵白を少し試験管に注ぎ入れ冷水を加へて強く振動し見よ。如何になりしか。次に此の試験管を熱湯中に挿入して變化を觀察せよ。

教授上の注意

1. 實驗(一)は各試験管になるべく少量の葛粉をとるをよしとす。又沃度液の量は極めて少きをよしとす。葛粉のかはりに他の澱粉を用ふるも妨なし。

高等科第一學年

第十七課 鹽 酸

準備器具 スタンド、試験管、瓦斯導管、酒精燈、水槽

材料 食鹽、濃硫酸、試験紙(赤青)、マッチ

鹽酸ガス

實驗(一) 試験管に食鹽三匙ばかりを入れてスタンドに挟み、之に凡四立方糎程の濃硫酸を注ぎて栓をなし、導管を、試験管に挿入し發生する瓦斯を二個の試験管に捕集せよ。(若し發生せざる場合には酒精燈にて徐々に熱すべし。) 發生せる鹽酸ガスに就きて色、臭及び發鹽性ある事を觀察せよ。

考察 鹽酸瓦斯は空氣より重きか輕きか。——重し。其の理由は——下方置換によりて捕集する故。

鹽 酸

實驗(二) 瓦斯を捕集せる第一の試験管を水中に倒し入れせよ。如何なる現象が起るか。

次に之をよく振りて十分水を試験管に上らせたる後取り出して試験管内の液に赤青二種の試験紙を入れて變化を見よ。

考察 (1) 此の實驗によりて鹽酸ガスには如何なる性質ある事を知り得るか。——

水に溶くる性質。其のとけ方は炭酸ガスの場合と比較して如何。——非常に烈し。

鹽酸ガスの水溶液は何性か——酸性。

實驗(三) 瓦斯を捕集せる第二の試験管に凡四分の一位の水を入れ試験管の口を塞ぎてよく振盪せよ。此の液の一滴を嘗めて味を試みよ。

考察 鹽酸ガスの水溶液は何か——酸。

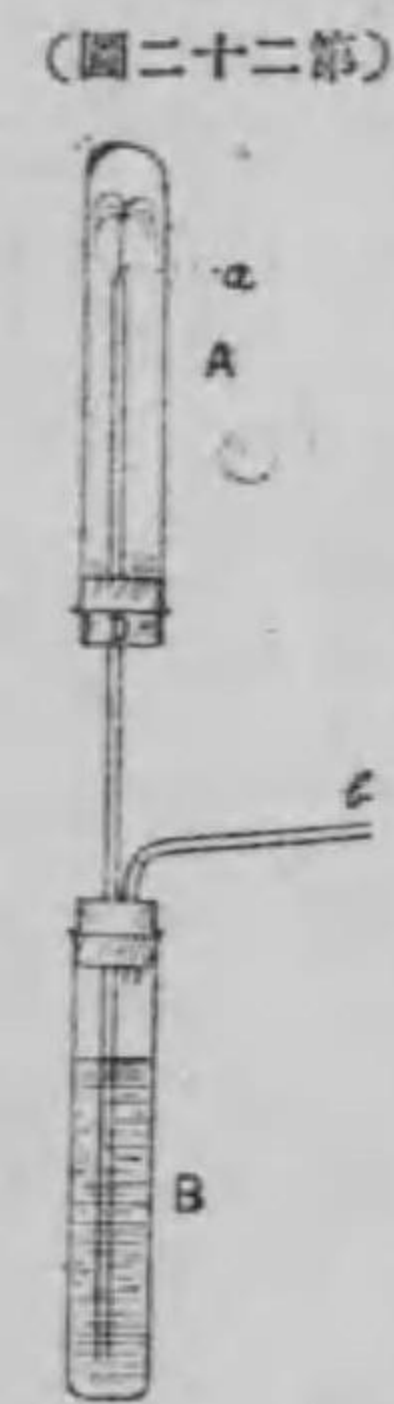
實驗(四) 試験管に亞鉛屑二三塊を入れ、之に鹽酸をそそぎて變化に注意せよ。此の試験管の口より點火せるマッチを入れて其の瓦斯が何なるかを驗せよ。何か。——水素。

教授上の注意

1、此の邊より普通の装置は大抵兒童自身に作らしむべし。装置の方法を示すには圖若くは實際に教師が組立てたるものを教卓上に持ち來り之に習ひてなさしむべし。
2、實驗(一)に於て瓦斯が試験管に満ちたるや否やを知るには管口より白霧の溢れ出づ

る事によりてすべし。但し此の白霧は鹽酸ガスには非ずして空氣中の水蒸氣を凝結せしめ之に鹽酸ガスの溶けたるものなる事を知らしむべし。

3. 實驗(二)の水にとけ易き事を尙ほ興味多くなさしめんとせば瓦斯を捕集せる試験を



を圖のAの如く装置し、r端を吹き水をaより少し噴出せしむべし。然る時は水は盛にA管に上るべし。コルク栓Dは空氣の漏らざるも

のを使用すべし。リトマス液にてB内の水を着色し置かば一層面白かるべし。

4. 瓦斯を只一個の試験管に捕集し實驗(三)を略して、實驗(二)によりて得たる液に就きて酸味をも併せて試験せしむるもよし。實驗(二)及び(三)に於て此の瓦斯の水溶液が酸なる事を知り得たらば之が鹽酸なる事を直に教ふべし。

5. 實驗(四)は尋常六年酸の課にあると同様の實驗なれば尋常六年に於て此の實驗をなさしめたる時は之を略するも可なり。但し觀念を新たにする爲再びこゝに於て繰返すも聊かも妨なし。

6. 講義實驗に於て此の瓦斯がよく水にとくる事を知らしむるには注意(3)にある装置をフラスコを用ひて作りて行ふべし。

第十八課 鹽素

準備器具 スタンド、試験管、瓦斯導管、酒精燈、角製匙、試験管臺、集氣瓶

材料 二酸化マンガン、濃硫酸、花ある草葉、試験紙、黒書せる紙片、アンチモン粉末、小蠟燭

鹽素

實驗(一) 鹽化水素發生の場合と同様の装置をなし、試験管に二酸化マンガン一匙(凡一匁)を入れ之に濃鹽酸を試験管の約四分の一(凡8 c.c.)位入れ酒精燈にて徐々に熱し發生する瓦斯を二個の集氣瓶に捕集せよ。

考察 鹽素瓦斯の色は——黄綠色。臭は——甚だしき惡臭。空氣との輕重は——空氣より重し。

實驗(二) 次に他の集氣瓶に黒書せる紙片、草花、草葉、試験紙等を入れ、その底部に近く瓦斯の導管を挿入し、更に瓦斯を發生せしめて其の變化を見よ。

考察 如何になるか——脱色せり。凡て皆脱色せるか——黒書せるものは脱色せず。然らば鹽素の脱色作用は如何なる色素に限るか——有機色素。礦物性の

色素に對しては。——脱色作用なし。

實驗(三) 瓦斯を捕集せる第一の集氣瓶の栓をとり、之に點火せるロソクを挿入して起る現象を見よ。此時試験管の口に赤色試験紙を水に濕してかざして見よ。如何に變化するか。

考察 蠟燭は消えしか。——消えず。蠟燭が空氣中にて燃燒する場合と如何に異なるか。——黒煙を盛に出す點及び焰の赤色なる事。此時黒色の煙と共に生ずる白霧は何か。——鹽化水素なり。

實驗(四) 瓦斯を捕集せる第二の集氣瓶にアンチモンの粉末の少量を指にて振り落して見よ。如何なる現象が起るか。——盛に火を發して燃え白煙を生ず。

考察 之は何故か。——鹽素がアンチモンと化合する爲なり。

教授上の注意

1、**實驗(二)**に於て鑛物性色素としては黒書せる紙片の他インキにて書きたる紙片を用ふるも可なり。

2、**實驗(三)**に於て黒煙を揚げて蠟燭の燃ゆる理由は鹽素が蠟燭を分解し其の水素と化合して鹽化水素を作り、炭素をそのまゝ遊離する爲なり。故に黒煙に交りて出づる

白霧は鹽化水素が空氣を凝固して生じたるなり。

3、**實驗(四)**に於てアンチモンを用ひたるは銅箔若くは熱したる銅線を用ふるよりも反應顯著にして興味多ければなり。アンチモンは豫め極めて細かき碎片として與ふべし。アンチモンを燃燒せしめたる時に生ずる白煙は鹽化アンチモンなり。

4、**實驗(三)及(四)**を總括して鹽素が他の元素と化合物を作り易きことを知らしむる様考察せしむべし。

5、鹽素が水素と化合して鹽化水素を生ずる實驗によりて鹽酸ガスの成分を推定せしむることは兒童實驗としては困難に過ぐるが故に教師實驗に於てなし兒童には單に之を觀察せしむるに止むべし。

6、鹽素瓦斯は有毒なれば、なるべく之を吸收せしめざる様にすべし。捕集終れば發生機は廊下に出さしめ、室内の換氣を十分になすべし。

7、時間に餘裕あれば漂白粉の事をも附加して教へ置きたきものなり。

第十九課 ナトリウム 苛性ソーダ

準備器具 ビーカー、ピンセット、小刀

材料 濾紙、ナトリウム、試験紙
ナトリウム

實驗 (一) ナトリウムを小刀にて切りて其の断面を見よ。何の色に似てゐるか。——アルミニウム。

考察 此の實驗によりてナトリウムの如何なる性質を知り得たるか。——(1) 新らしき断面は金屬光澤を有すること。(2) 極めて軟かき金屬なる事。

實驗 (二) 水を盛りたるビーカーに青赤二種の試験紙を入れ、それに實驗 (一) にて切りたる小豆大のナトリウムをビンセットにてはさみて投じ試よ。如何になるか。——水上を遊ぎまはりて漸次小さくなり遂には消ゆ。此時ナトリウムの走り回る所より白き濁の水に溶け行くを観察せよ。試験紙は如何に變化せしや。

考察 (1) ナトリウムは水より重きか輕きか。——輕し。何によりて判断せしや。——水に浮きて遊ぎまはれる爲。(2) ナトリウムが水と作用して生じたるものは何か、試験紙の色の變化によりて判断せよ。——アルカリなり。(此時アルカリの中に苛性ソーダなる事を教授すべし。)(3) 苛性ソーダは如何なる時生成するか。——ナトリウムを水に作用せしめたる時。

實驗 (三) ナトリウムを水に作用せしめたる時生ずるものは苛性ソーダのみなるや。

濾紙に金屬ナトリウムを包み、濾紙より通れ出でざる様ビンセットにて持ちて水中に入るゝ方法によりて之を驗せよ。何も出でざるや。——氣體を發生せり。

教授上の注意

1、ナトリウムを水を盛れるビーカーに入るゝ時其の塊大なれば作用烈しく且つ發生したる水素と空氣中の酸素とが熱の爲に爆發を起す事あるべし。故になるべく小豆の半分位に切りたるものを用ひしむべし。

2、金屬ナトリウムには水滴のかゝらぬ様注意して取扱はしむべし。

3、實驗 (三) に於てナトリウムを濾紙に包む包み方は教師がよく叮嚀に之を包みて教ふべし。然らざれば實驗中ナトリウムが飛び出してよく實驗を行ふ事を得ず。

4、水に作用せしむるナトリウムは石油をよく濾紙にて拭きて用ひしむべし。又之を濾紙に包みて水素の發生を見せしむる時に、前に用ひて石油の浸みたる濾紙を用ふる時は發火する恐あれば決して石油の附着せる濾紙にて包むべからず。

5、實驗 (三) に於ては兒童には單に氣體の出づることを實驗せしめ、その氣體は何なるか疑問を起さしめたる上教師用理科書にある實驗 (二) を教師實驗として行ひ、夫が水素

なる事を覺らしむべし。

6、苛性曹達の電氣分解は教師實驗にてなすべし。

7、金屬ナトリウムを小刀にて切るも暫らくせば断面は曇を生ず。之れ空氣中の酸素と化合して錆びたるなり。又長く空氣中に曝し置く時はジク／＼と泡立ちて崩るを見るべし。之れ空氣中の水蒸氣を吸収して之と化合するに依るなり。故にナトリウムは常に之を石油中に貯蔵す。

第二十課 炭酸ソーダ

準備 器具 試験管、試験管臺

材料 炭酸ソーダ、マッチ、鹽酸、石灰水

炭酸ソーダの性質

實驗 (一) 炭酸ソーダを少し許り試験管に入れて之に少量の鹽酸を注ぎ起る現象を観察せよ。此時發生する瓦斯が何なるか試験管の口に點火せるマッチを近づくる方法によりて験せよ。次に試験管を倒にして發生する瓦斯の上に立て、後ち此の試験管に石灰水を入れ口を塞ぎてよく振盪し白濁を生ずるや否やを験せよ。

考察 發生したる瓦斯は何か。——炭酸ガスなり。何故か。(1)物の燃焼を支へず。

(2)石灰水に白濁を生ぜしむるに依る。

實驗 (二) 温湯を試験管に半分位取り之に炭酸ソーダ四五塊を入れ、よく振り溶かし之に青赤二種の試験紙を浸して色の變化を見よ。

教授上の注意

1、教師用教科書にある實驗(一)即ち苛性曹達の溶液に炭酸ガスを通じて炭酸ソーダを作る實驗は極めて困難なるものなれば教師自ら實驗して示すべし。又炭酸ソーダの結晶を作る實驗は本書實驗(二)にて作りたる液を集め之を熱し、炭酸ソーダをとけるだけ溶かして後放置して結晶せしむべし。

2、實驗(一)に於て發生する瓦斯が何なるやを験するに當りて最初點火せるマッチを挿入してその消ゆる事を知らしめ、炭酸瓦斯らしとの想像をなさしめ、更に之を的確に證明する爲に石灰水に對する反應をなさしむる方法を取れり。之れマッチの消ゆる事を以て直に炭酸ガスなりと斷定し去るは聊か早計のきらひあるを、おそれたればなり。

3、炭酸ソーダの水溶液のアルカリ性なる事は兒童をして炭酸ソーダがアルカリの一

種なりとの誤解を起さしめ易き困難なる教材なり。夫故これを取扱ふ場合には鹽の中にもアルカリ性を呈するもの及び酸性を呈するものある事を十分に了解せしめて誤解なき様にし、炭酸ソーダは鹽なる事を確實に知らしめざるべからず。

應用問題

1、炭酸ソーダを日常使用する場合を知れりや。

第二十一課 カリウム

準備器具 スタンド、漏斗、ビーカー、試験管

材料 灰、濾紙

炭酸カリ

實驗 (一) 濾紙を中央より二つに折り、更に之を四つ折となし之を漏斗に入れてよく密着せしめ、漏斗の下口を指にて塞ぎて上より水を注ぎ、濾紙をよく漏斗に密着せしめ、濾紙と漏斗との間に氣泡の存せざる様にして之をスタンド(漏斗臺に代用す)に掛けよ。漏斗に水を注ぎて、よく濾過するや否やを驗せよ。

實驗 (二) 灰をビーカーに取り之に水を注ぎて十分に攪拌し之を漏斗に注ぎて濾過せよ。

よ。

實驗 (三) 濾過せる液に試験紙を入れて其の反應を試験せよ。何性か。——アルカリ性なり。

教授上の注意

1、カリウムが種々の點に於てナトリウムに類似せる事を實驗的にさとらしむる爲教師が金屬カリウムを水槽に投じて實驗し、ナトリウムの場合よりも更に烈しく作用する事を見せしむべし。特に此の場合には焰をあげてもゆる事、其の焰の色の赤紫色なる事及び液のアルカリ性なる事を注意して觀察せしむべし。前者は焰色反應を教授する場合に有力なる補助となり、後者は灰汁のアルカリ性なるは炭酸カリ水中に入れば加水分解して炭酸と苛性カリとに分る事を知らしむる上に有力なる補助となるべし。

2、此の課は全部講義實驗としてなすも妨げなけれど特に實驗を課したる所以は兒童に濾過の操作を實習せしめんが爲なり。夫故濾過の方法の練習に重きを置くを要す。

3、濾紙の折方及び之を漏斗に密接せしむる方法は一步一步教師が模範を示し、兒童を

して之にならひて操作せしむべし。

4、濾過の方法はなるべく上澄液より先に濾さしむべし。攪拌したるまゝ之をなす時は沈澱が早く濾紙に附着する故濾過に非常の時間を要す。又漏斗に液を注ぐには必ず漏斗の八分以上に越ゆべからず。之を犯す時は液が濾されざるまゝ下に出づるおそれあり。

5、灰汁のアルカリ性なるは炭酸ソーダの場合と同様に炭酸カリが分解して炭酸と苛性カリとを生ずるを以てなり。炭酸カリは鹽なる事を確實に記憶せしむるを要す。6、灰汁に鹽酸を注ぎて炭酸ガスを發生せしむる實驗及び焰色反應をば教師實驗として行ふべし。尤も白金線を購入する費用ある時は焰色反應は兒童實驗に加ふべし。之れ實驗の方法は極めて容易なればなり。

應用問題

1、灰汁を洗濯の際使用すれば汚物の落ち易き理由を考へよ。——其の中に炭酸加里を含むに依る。

第二十二課

マグネシウム

カルシウム

準備器具 ビンセット、試験管

材料 紐状マグネシウム、マッチ、鹽酸

マグネシウム

實驗 (一) 長さ五寸許の紐状マグネシウムの一端をビンセットにて持ちマッチを以て他端に点火せよ。其の焰の光度及び生成する烟に注意せよ。

實驗 (二) 試験管に四分の一許りの鹽酸を取り之にマグネシウムを投ぜよ。如何なる變化が起るか。

教授上の注意

1、マグネシウムを燃焼する時の光輝は非常に強く、且つ化學線に富むが故に夜間の寫真撮影に用ひらるゝ事此の場合には概ねマグネシウムの粉末を授け又此の燃焼の折生ずる白烟と後にのこれる白色の灰とは全く同一物にして酸化マグネシウムなる事をも教ふべし。

2、マグネシウムに鹽酸を作用せしめたる時に發生する瓦斯の水素なる事は、マッチを用ひて爆鳴を發せしむる方法によるも、又は既授の事實より歸納せしめ、其の證明的實驗として教師が實驗して示すも何れにてもよし。

3、教師用理科書の實驗(三)にある酸化マグネシウムを鹽酸にとかす實驗は、中々困難なる故兒童の燃焼によりて生じたる酸化マグネシウムを集めて教師實驗として行ふべし。教師用理科書の實驗(四)生石灰を鹽酸にとかす事も亦同様なり。

第二十三課 亞硫酸ガス 硫酸

準備 器具 試験管、試験管挾、漏斗、スタンド、酒精燈、集氣瓶、燃焼匙

材料 硫黄、硫酸、亞鉛、鐵、銅、草花、試験紙

亞硫酸ガス

實驗(一) 燃焼匙の中に硫黄の塊を入れ之を酒精燈の上にかざして點火し、花瓣數片を入れたる集氣瓶の中に挿入し、花瓣の色の變化を見よ。

實驗(二) 實驗(一)に用ひたる集氣瓶に少量の水を入れて振盪し試験紙を入れて其の色の變化を見よ。何性か。酸性なり。(之は亞硫酸なる事をも教ふべし。)

硫酸

實驗(三) 三個の試験管に稀硫酸を取り、第一の試験管に亞鉛を入れ、第二の試験管には鐵を入れて其の變化を觀察せよ。如何になるか。——何れも氣泡を發して溶く。其

の氣泡は何か。——水素なり。次に第三の試験管に鉛を入れて試よ。變化が起れりや。——起らず。

實驗(四) 銅屑二三片を試験管に入れ硫酸を試験管の五分の一位入れよ。變化起れりや。——起らず。試験管挾にて之を挾み酒精燈にて熱せよ。如何なる現象が起るか。發生する瓦斯は何か。其の匂によりて判斷せよ。——亞硫酸ガス。液の色は如何になるか。——青色。銅は如何になりしや。——漸次作用せられて黑色泥狀の沈澱を生ず。

教授上の注意

1、實驗(一)に於ては燃焼匙を挿入せる時集氣瓶の口に厚紙(中央に孔あるもの)の蓋をなすを要す。但し此の厚紙は前以て燃焼匙に通し置くべし。又集氣瓶なき時は燃焼匙の上に稍大なる試験管を斜に(口を下にして)持ち來りて捕集して行ふも可なり。又燃焼匙を用ひずして硫黄を線金にてしばり試験管内に挿入する方法によるも可なるべし。

2、亞硫酸ガスの脱色作用は鹽素の如く烈しからざる事をも悟らしむべし。

3、亞鉛に稀硫酸を作用せしむる實驗は尋五水素の捕集の場合及び尋六酸の場合に實

驗せり。故にこゝには略するも可なるが如きも他のものとの比較上、こゝにても實驗せしむるを可とす。但しその反應につきては兒童が既に知れるが故に最初に之をなし、尙つゞいて之と全く類似の反應を呈する鐵を實驗し、凡ての金屬が同様に作用するかの想像を惹起せしめ、かくて鉛を實驗せしむる事により金屬中に稀硫酸には作用せられざるものある事を知らしむべし。

4、硫酸の金屬に對する作用は大別して二種に分つ事を得べし。

(1) 稀硫酸に作用して鹽と水素とを生ずるもの(例 亞鉛、鐵、錫等)

(2) 濃硫酸に作用して鹽と亞硫酸ガスとを生ずるもの(例 銅、銀、水銀、鉛等)

されば硫酸の實驗をなすに當りては、教授者は明らかに此の區別を意識し實驗(三)及

實驗(四)を取扱ふべし。實驗(四)は後者の一例なり。

5、實驗(四)に於て得たる黑色泥狀物後に硫酸鹽の實驗に必要なを以て試験管に入れたるまゝ保存せしむべし。

應用問題

1、硫酸を入れる器を金屬にて製するには何を用ふればよきか——鉛。

第二十四課 硫酸鹽

準備器具 スタンド、漏斗、ビーカー、試験管、試験管挟、みがきたる鐵線、酒精燈

材料 銅屑を濃硫酸に入れ煮沸して生じたる黑色泥狀物、銅屑、稀硫酸、五倍子浸

出液、綠礬、濾紙、洋紙

硫酸銅

實驗(一) 前に硫酸の實驗に於て銅屑を濃硫酸に入れ煮沸して生じたる黑色泥狀のものに水を加へて試験管の約半分位となし、之を酒精燈の上にて熱せよ。液の色が青色に變じたる後尙暫らく煮沸して別に漏斗と濾紙とを以て濾過の装置を作りて之を漏過せよ。此の濾液を暫らく放置して結晶の生ずるを観察せよ。

實驗(二) 銅屑を漏斗に盛り之に稀硫酸を注ぎ濾過する液をビーカーに受けよ。此の液を再び漏斗の銅屑に注ぎ、かくて同様の操作を數回くり返せ。(教師用理科書高一、一〇六頁の圖液の色は如何になれりや。——青綠色。之は何か——硫酸銅なり。

實驗(三) 實驗(一)にて生じたる液(結晶の母液)の中に磨きたる鐵線を挿入し置き暫くして之を取出して見よ。如何になれるか。表面に附着せるは何物か。——銅。

酸硫鐵

實驗(四) 試験管に水を三分の一位取り之に綠礬の結晶二三個を投じてよく振盪して溶液を作れ。別に五倍子の浸出液を試験管に取り此の中に綠礬の溶液を注ぎて色の變化を見よ。如何になれりや。——黒色。之を洋紙の上に附着して漸次色の變化し行くを観察せよ。——次第に黒色が濃厚となる。

教授上の注意

- 1、實驗(二)にて硫酸銅を作る方法は一見銅が稀硫酸に作用せられざる法則に反するが如きも、こは銅が空氣中にて錆びたる所謂酸化銅に稀硫酸の作用するものなれば、此の點は兒童に誤解せしめざる様注意して取扱ふべし。随つて此の場合に使用する銅は無錆のものを用ふべからず。
- 2、實驗(三)に用ふる鐵線はよく紙鏝にてみがき錆なきものを用ふる事必要なり。
- 3、石膏の實驗は手工の時間に石膏を取扱ふ時に教ふべく理科室に於ける兒童實驗は之を省く。

第二十五課

アルミニウム

明礬

アルミニウムを稀硫酸にとかして硫酸アルミニウムを作る實驗は容易に溶けざるが故に兒童實驗としては比較的困難なれば教師實驗として行ふべし。此の場合にアルミニウムとしては辨當箱其他アルミニウムにて作れる器物の廢物を用ふる方便なり。硫酸アルミニウムに硫酸カリウムを加へて明礬の結晶を作る實驗も亦相當に困難なる故教師實驗として行ふべし。

明礬の清澄作用をは大なる装置にて共同になさしむべし。

應用問題

- 1、アルミニウムの辨當箱に梅干を入れるれば犯さるゝといふ理由を考へよ。

第二十六課

燐及び其の化合物

燐につきての實驗は小學校の兒童には危険なれば之を省くべし。

第三十三課

ガラス

第三十四課

陶磁器

附近にガラス工場又は陶磁器工場、煉瓦又は瓦焼場あらば之を參觀せしむべし。兒

童實驗は之を省く。

第三十五課 力

準備器具 球(大小)

力の働

實驗(一)机上に球を置き掌にて之を打て。球は如何になるか——運動す。其の運動の方向は——力の働きたる方向。

同じ物體に強さの異なる力の働くとき

實驗(二)同じ物體に強さの異なる力の働く時は其の運動は如何に異なるかを實驗せよ。手にて球を打つ打ち方を或は強く或は弱く加減して之をなせ。

考察 如何になりしや。力の異なる時は運動は速かに、小なれば運動は遅し。

同じ強さの力が重さの異なる物體にはたらく時

實驗(三)同じ強さの力が重さの異なる物體にはたらく時は其の二物體の運動の速度は如何なる関係になるかを實驗せよ。重さの異なる二個の球を並べ置き、掌を開きて机面に垂直に立て、之を前方に動かして二個の球を同時に同じ強さの力にて打ち其の

運動の早さを注意して觀察せよ。如何。輕き物體の方が速やかに運動す。

教授上の注意

1、之等の實驗に於て竹片を用ふる時は力の働く方向が明瞭にならざるが故に掌にて横より押す様に打つ方よし。又力をはたらかさるゝ物體も木片なれば摩擦あるを以て球を用ふる方實驗を理論どほりに行ふ事を得。球は一個はラムネ球を用ひ、實驗(三)に於てはラムネの球と略、同大の鉛球を用ふるを可とす。

2、實驗(三)に於ては、なるべく二つの球を同時に同じ力にて打つ様になすべし。數回くり返して實驗し法則を歸納すべし。

3、力を常に働かしむれば其の速度は次第に大となる(即ち加速度を生ず)。

應用問題

1、重さの異なる物體を等しき速さに運動せしむる爲には力を如何に加へてよろしきや。
——重さの大なるものには大なる力を加ふ(尙嚴密にいへば質量に比例したる大さの力を加ふ)べし。

2、汽車を早く走らせんとせば如何にせばよきや(重さ一定にして速度を大にする場合)——石炭を澤山にたき汽關車の引く力を大になすべし。

3. 重さの異なる舟を等しき早さに漕ぐには何れが大なる力を要するか——重さ大なる方が大なる力を要す。

第三十六課 慣性

準備 器具 鉛球(若くはラムネの球)厚紙
運動を初むる物體

實驗 (一) 厚紙の上に鉛球を置き、厚紙の端に附けたる糸を急に引け。鉛球は如何になるか。——其位置に止まり厚紙のみ運動す。
運動を起したる物體

實驗 (二) 厚紙の上に鉛球を置き極めて徐々に糸を引き漸次早くなし鉛球と厚紙と同様に運動せしめ、急に厚紙を手にて止め、鉛球の運動に注意せよ。如何になるか——鉛球のみが同方向に運動して厚紙の先に轉げ出づべし。

教授上の注意

1. 此課の實驗をなさしむるに先だちて日常の經驗より慣性の作用あるものを持ち來り如何にしてかくなるかの疑問を起さしめ其の理由を研究する爲(一)及び(二)の實驗

をなさしむる様に教授するをよしとす。

2. 又此の實驗は板の上に斜面の實驗に用ふる車をのせて行ふも可なり。

3. 運動を起したる物體の實驗(二)に代ふるに弓を作り其矢は弦をはなす時は少しく進みて後弓によりて止めらるゝ様に作りたるもの矢の先に大豆等を指して實驗するも亦可なり。

應用問題

1. 汽車、舟、車等の動き初めんとする時後方に跳めく事及之等の止まりたる時に前方によろめくは如何なる理によるか。
2. 競馬の時馬が急に物につまづきたる時乗者は前方に落ちるや、後方に落ちるや。
3. 日常目撃する現象にて慣性の法則によるもの又は之を利用せるものを擧げよ。
 - 一、庖丁の刃を其の柄に入るゝ時其の柄の下端を堅きものに打ちつく。
 - 二、鉋の刀を抜く時其の臺の頭を打つ事。
 - 三、煙管の吸殻を落す時に雁首を物に打ちつくる事。

第三十七課 運動の變化

準備器具 ラムネの球、木片、マツチ箱
方向の變化

實驗 (一) ラムネの球を指にて彈きて之を運動せしめ、球が運動を續くる間に更に側方よりマツチ箱にて之を打て。同様の實驗を球の速度を加減し或は打つ強さを種々に變化して數回試みよ。球は何れの方向に運動するか。——初めの方向と打ちたる方向との中間の方向に運動す。

實驗 (二) 机上にマツチ箱を置き之に強く球を彈きかけよ。マツチ箱は如何になるか。——跳ね動かさる。次に球を極めて弱く彈きかけよ。マツチ箱は如何。——極めて少し動くか或は靜止す。

考察 速度大なる時と速度の小なる時とによりて球の有する勢力に差異ありや。ありとせば何れが大なりや。——速度大なる時其の有する勢力も亦大なり。

實驗 (三) 圓運動をなさしめんとせば如何なる力を常に加へざるべからざるか。石に紐を結びつけ、之をふりまはして圓運動をなさしめ、急に絲を放ちて球の運動する方向を見て之を實驗せよ。如何。——中心より常に之を引き居らざるべからず。即ち圓運動をなす物體は常に中心より遠ざかりて切線の方向に飛び去らんとするもの

なれば、常に中心に向つて或大さの力を加へ居らざるべからず。

教授上の注意

1. エネルギーにつきては小學校理科書に於ては之を教授する課なし。故に此の課を利用して運動のエネルギーに就ての基礎觀念を養成する爲に實驗(二)を特に加へたるなり。此の實驗に附隨してエネルギーなる語及び極めて大略の觀念を與へ置く事必要なるべし。

2. 圓運動をなす場合、中央より引く力なき時は切線の方向に飛び去る事は雨天の際に傘を廻して雨滴の飛び去るによりて實驗せしむるも可なり。(又此の事實は應用問題として課するも可なり。) 實驗(三)は戸外に於てなさしむべし。

應用問題

1. 鐵道線路の曲れる場所はレールの外側を高くしあり、之を観察したる事ありや。其の理由を説明せよ。——之は遠心力の作用によりて脱線する危険を防ぐ爲也。

2. 自轉車にてまがり角を廻る時、又は駢足にて曲り角を廻るときに如何にするか。——身體を内方に傾かしむ。其の理由は如何。

第三十八課 二力の組合

準備器具 錘及絲

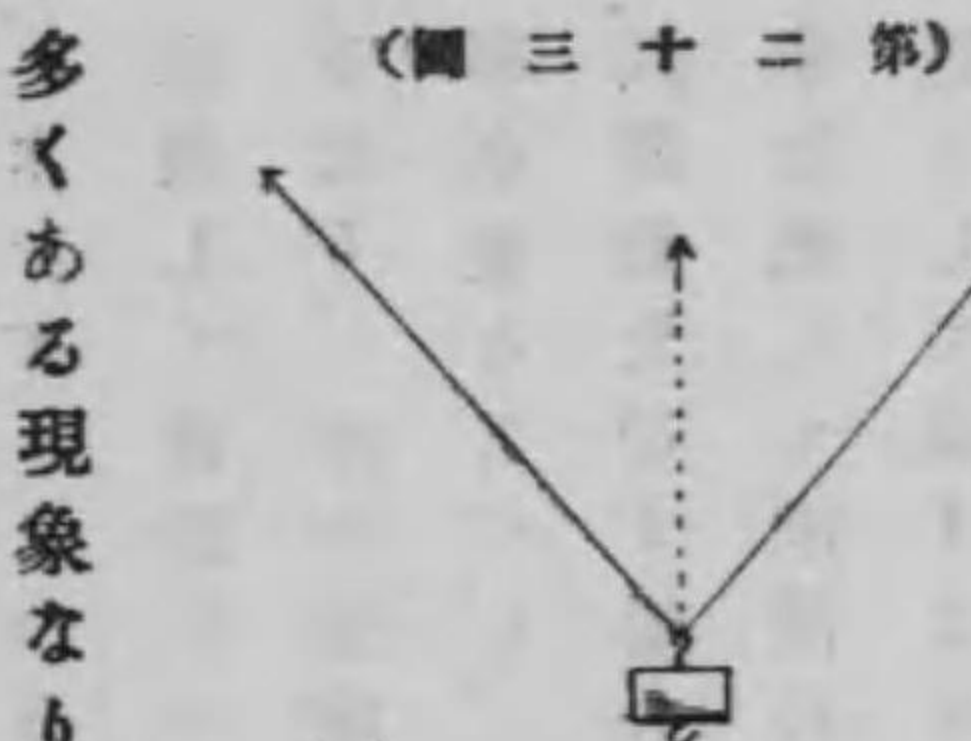
二力の方向の異なる場合

實驗 (一) 方向の異なる二力が同一の物體にはたらく時物體は如何に運動するか。錘に

二本の紐を結びつけ、之を吊し兩方より徐々に引き、實驗せよ。錘は何れの方向に運動するか。左方及右方の絲の引き方を強弱様々に變化して其の方向を驗せよ。

教授上の注意

1、二力の方向の同一なる場合の合力は、二人協力して車を引き又は押す場合につきて實際に觀察せしむべし。かゝる實例は日常の經驗に於ても、學校の體操遊戲の場合等にも極めて

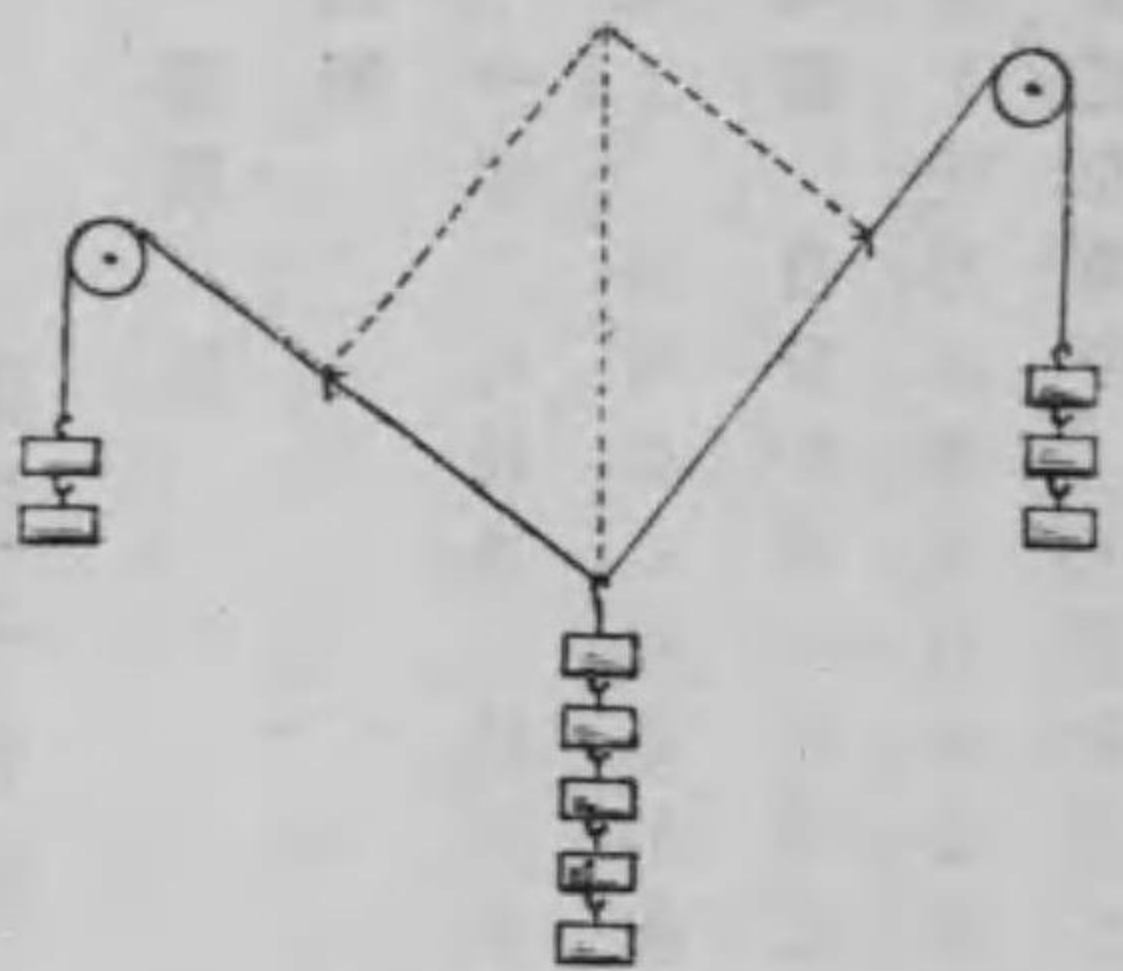


(圖三十二第)

多くある現象なり。

2、二力の方向反對なる場合には其の差に等しき力の大きさにて大なる力の方向に運動する事は綱引をなさしめ(或は之をなしたる場合を捕へて)觀察せしむべし。

(圖四十二第)



3、實驗 (一) は又、ラムネの球若くは鉛球を用ひて最初に右指にて之を弾きて其の運動の方向を見、次に左指にて弾きて其の運動の方向を觀察せしめ置き、次に左指右指同時に弾きて球が此の二力の中間の方向に運動する方に

法によりて實驗せしむるも妨なし。但し此の場合には力の方向を見る事實(一)の方法の如く十分ならず。

4、尙ほ合力の實驗を其の大きさ及び方向を嚴密に示すには滑車及び錘を用ひて上圖の如き實驗を行ひ二力の平行四邊形の對角線にて大きさ及び方向のあらはさるゝ實驗をなさしむるをよしとす。但し之は

教師實驗にてなすも可なり。

應用問題

- 1、棒押にて押す力大なる方の勝つは如何なる理由か。——二力の方向反對なる場合故棒は其の差だけの大きさの力にて大なる力の方向に運動するが故なり。
- 2、舟を川上に上らしむる場合兩岸より綱をつけて曳く事あり。此の現象を説明せよ。