

菊を實生にすれば、非常に澤山の品種が出来るものである。これは非常に興味が多いことであるから、二ヶ年間に亙る観察事項として試みさせるのもよからう。

一枚の葉、一本の芽からでも挿して置けば完全な植物が出来る。即ち菊は再生力の強い植物である。

第三十一課 もみぢ

教材選擇の趣旨及び主眼點

紅葉する植物の例として、もみぢに就いて、その現象を研究せしめ、一層自然の妙趣に感入せしめ、尙ほ風によつて種子を散らす一例として、たんぼぼ、きり等と比較してその果實に就いて授けるのが主眼である。

教具及び準備

教師 もみぢの紅葉及び果實を示す掛圖

児童 紅葉したもみぢの枝、もみぢの果實をつけた小枝、試験管、アルコール

ランプ、アルコール

教材の解説及び取扱上の注意

一、紅葉

もみぢの葉は秋の頃になると、次第に紅色に變じて美しい色を呈し、秋の野山を飾るのである。

一體、夏の頃まで綠色を呈してゐたものが秋の日よりと寒冷に遇つて紅色に變じ、次第に落葉する様になると言ふことは不思議な現象であり、児童にも問題となるに相違ない。

紅葉してゐるもみぢの葉を、白紙の上に置いて上から堅い鉛筆の先でつくか、或は、アルコールに入れて置くか、或はアルコールに入れて少しく熱するかすると、白紙が紅に染つたり、アルコールが紅色に變ずることに依つて、もみぢの葉の中に、紅色の液汁を含んでゐることは判る。

けれども此の液汁が如何にして出来るかは、尙ほ疑問として残ることであり児童には少々難解のことであらう。

もみぢの葉の紅葉するのは、葉の細胞の中に花色素(アントシアニン)と言ふ紅色の色素が出来たからである。

元來もみぢ等の紅葉現象を呈する外、花の色々な色彩を呈するのは、多くはこの(アントシアン)の存在に原因してゐるのである。

この花青素は「フラボン」と名づける物の化合物であつて、「フラボン」の構造式は龜の子形の極めて複雑なものであつて、炭素が十五、水素が十、酸素が二($C_{15}H_{10}O_2$)と言ふ分子式を持つた化合物である。

此の「フラボン」が砂糖と結びついたもの、即ちフラボン配糖體と稱するものが、花青素の元である。

フラボン配糖體から酸素がとれ、言ひ換へると還元せられると花青素が出来るのである。

元來もみぢの葉の細胞液の中には早くから、此のフラボン配糖體が存在してゐたのである。然しフラボン配糖體として存在する間は、このものとしては別に色を呈してゐないから、外部からは認められなかつたものである。

然るに此のフラボン配糖體が或る事情に依つて還元せられると、花青素と稱する色素となつてもみぢの葉を紅色に染めるのである。

勿論これと同時に葉の細胞の中の葉緑素は分解して従來の綠色を失ひ、新

しく出来た花青素が、其の紅色を著しく呈することになるのである。

然らば其のフラボン配糖體が還元して、花青素となる動機とか原因とかは何であるか、問題になる譯である。

然し此の動機とか原因とか言ふことについては、未だ明瞭な研究が出来て居らぬのである。

然しながら秋になつてもみぢが紅葉すると言ふことの一つの原因は、次の様に考へられるのである。

即ち秋になるにつれて根の作用が衰へ、(葉の作用も勿論同時に衰へるのである。)それがために水分を吸収することが少くなるのである。

此の水の植物体内を運行する働の衰へることが、一つの原因ではあるまいかと考へられるのである。

何となれば、夏季の頃であつても枝に大きな損傷を受けるか、或は木蟲がつくとかすると、時ならぬ時に紅葉することがあるからである。

又秋期の紅葉に先立つて晴天が続くと、其の年はよく紅葉することが多いからである。即ち日光の力と晝夜の寒暖の差の多い事も一つの原因と思は

るゝのである。

次に兒童の起す疑問の一つは、紅葉したならば如何なる利益が木にとつてあるかと言ふ問題である。

之れについての解答は二様に分かれる。その一つは、何等生態的意義なしとの答へであつて、第二は多少は説明がつくと言ふのである。

第一によれば、只内部に起つた生理的變化が外部に現れたゞけであつて、例へば人間の頭髮が老人になると白色になる様なものである。白髪になつたからとて、老人の生活の上に何等生理的に都合がよいと言ふことも無いと全く同様である。と言ふのである。

第二の解答によれば多少説明がつく、即ち葉の作用が一般に衰へた秋の時候に於いて、赤い花青素が葉の中に出て、葉の内部に赤い光線を入れると、炭素同化作用が一層よく行はれる利益がある。

又赤い花青素が葉の中に存在すると、葉の表面から發散する水分の分量を減少する利益がある。春にかなめ、あかめがしは等の若芽の葉が紅色を呈するのは、幼ない葉の水分發散を調節する作用が充分に出て居らぬ際に於い

て葉の色彩によつて水分發散を減少するのであると言はれてゐたが、これと全然同一の利益があると言ふのである。

第二の説明も大した理由にはならぬから先づ内部的變化の外部に表れたもの位でよいと思ふ。

此所で尙ほ問題になることが一つ残つてゐる。それはもみぢが紅葉する原因は明かになつたが、然らば銀杏、ボブテ等の葉が黄色になるのは何故であるか、疑問である。

秋に葉の黄色に染るのは、花青素が出来るのではない。これは、葉緑素が分解して莖の方へ送られ、葉緑素と共にあつた「カロチン」や「キサイトフィル」だけが残つて黄色を呈するのである。

「くぬぎ」くり等の様に黄色して後、褐色になるのは葉の細胞の内容物がなくなつて、たゞ細胞膜の色だけが褐色に見えるのである。

二、果實

もみぢの果實は、小枝から伸び出た、花軸の先によつて着生してその各には二枚の長い翅の様な物がついてゐる。この翅は果皮の變形した物である。

翅と翅との中間の膨れた所には、二個の種子が入つてゐる。

果實は秋になると成熟して、緑色が變じて赤褐色になり、翅は水分を失つて軽くなり、二個の種子の中間の所で割れて二つに分かれる。

その分かれた各は一個宛の種子を含んで、果皮の變形した翅の様なものによつて風に送られて遠くその種子を散布するのである。

先に風によつてその種子を散布するのは、たんぼぼ、きりの種子があることを教へたのであるが、その風に運ばれるための器官は各々異なつてゐる。

即ちたんぼぼは、萼の變形した冠毛によつて運ばれ、きりは果皮の附屬物によつて送られ、もみちの種子は、果皮の變形したものによつて運ばれるのである。

三、幹枝葉

もみちは喬木であるから随分大きくなつたのを見受けることがある。

枝は幹の上部から澤山分かれて出てゐる。

葉は小枝の所々から相對して二枚づゝ出てゐるから所謂對生葉である。

葉の形は掌の様な形をして、深く切込みがあり、多くは七つに分かれてゐて

各の縁邊には鋸齒がある。そしてその各の中央には葉身の葉柄に連る所から出た太い葉脈が一本づつ通つてゐる。この様な葉を掌狀葉と稱し其の脈を掌狀脈と稱するのである。

第三十二課 空氣

教材選擇の趣旨及び主眼點

地上には普く空氣が存在してゐることを知らしめ、又氣體の例として空氣の形を變じ易いこと、及び壓縮されるれば體積を變じ易く、且つ彈性を持つてゐることを授けるのが主眼である。

教具及び準備

教師 團扇、ガラスの漏斗、水を容れた大きなガラス器、活塞を備へたガラス管、コルク栓、管をつけた膀胱、ヘロンのフラスコ、自動車の空氣ポンプ

兒童 硝子の曲管、空氣鐵砲の材料

教材の解説及び取扱上の注意

一、空氣の地上に普く存在すること

團扇を振り動かす時に風を生ずること、手を振り動かせば手に物の觸る様な感じのすること、電車や汽車の走り去つた後に風の存在を感ずる事等の經驗事項を整理して、空氣の地上に到る處に存在してゐることを兒童に知らしめるがよい。

そして空氣は目にも見え、臭も味もないものではあるが地球上の到る處に存在してゐることを授けるがよい。

飛行機が空中を飛ぶのもこの空氣の抵抗を利用するからであることを話すもよからう。

二、空氣は形を變じ易いこと

このことも兒童の經驗事項を整理して、その上に理科書の實驗(二)を證明的に行つて見せるがよい。

尙ほゴム風船の中へ少しく空氣を入れて風船玉の形を自由に變化して見せ、次に此のゴム風船の中に石、木、粘土の様なものを入れた場合に前の通りに自由に形が變化するかどうかと言ふことを推究せしめて、空氣はその形を變

じ易いことを授けるがよいと思ふ。

三、空氣は壓縮され易く且つ彈性を持つてゐること

教師用書の様な實驗を先づ行つて然る後に漸次推究し、この理を歸納せしめるのも一方法であるが、尙ほ空氣鐵砲の様な玩具は、兒童の常に好んで遊ぶものであるから、これを作らしめてその何故に玉が飛び出すかの理由を推究し、それを更に明瞭にするためにガラスの曲管を使用して、他の條件を除外して彈性のみに就いて研究せしめて理法を發見せしめ、次に日常經驗してゐる事項を説明せしめると言ふ様な、煙管式兩端に兒童の生活中に得る經驗事項を配し、中間に所謂理科實驗を行ふことが、キセルの兩端に金屬があり中間に竹があるのと同様であるから、かく言ふ取扱をなすのも一方法である。

甲、空氣鐵砲の製作

小指位の太さの硝子管を鑪で適當の長さに切つたもの、竹箸や細い女竹柄にする)を與へて空氣鐵砲を作ること命ずる。

注意 硝子管を切るには、鋸用の鑪で管の一方に傷を付け、兩手の親指を其の反對の側に當てて折る様にすれば容易に切ることが出来る。

乙、空気には弾性がある

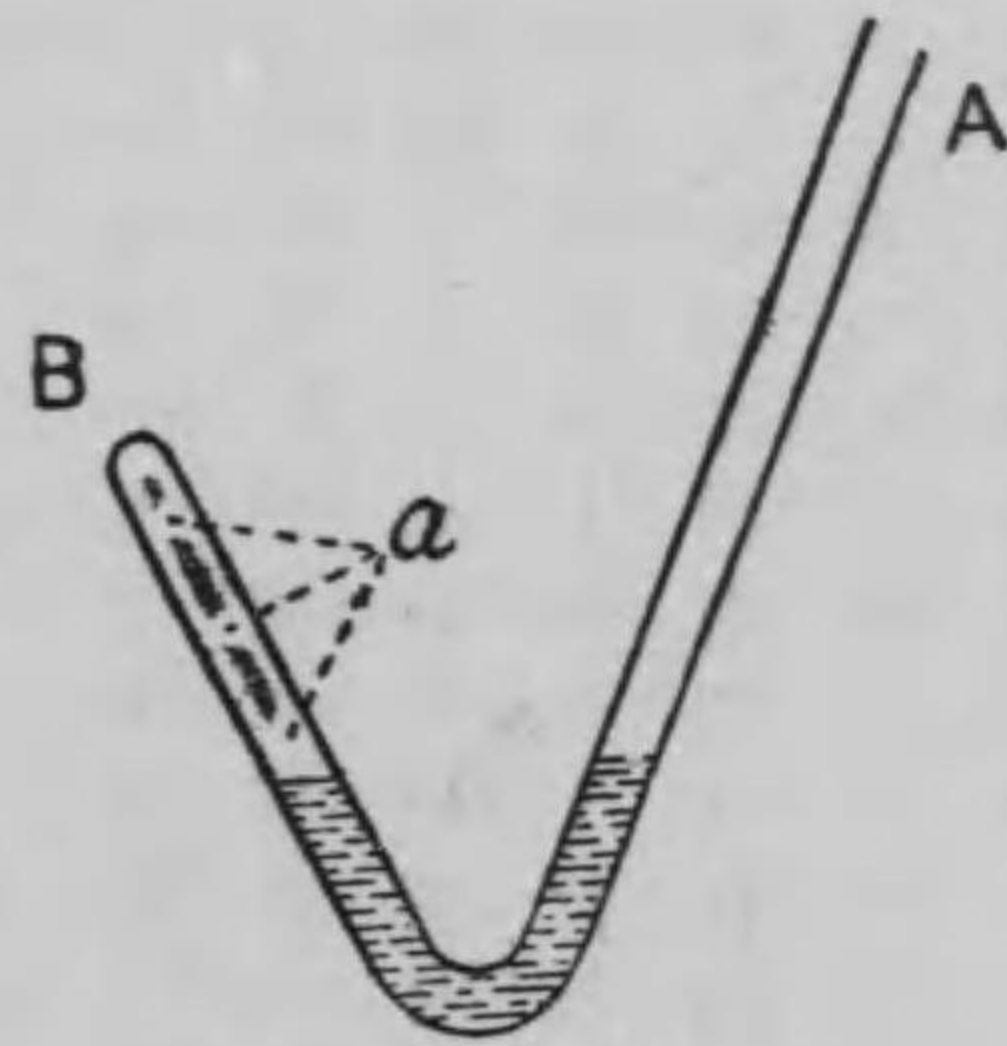
1. 兒童の作った空気鐵砲は、紙玉をこめて二三發打たせて、玉の飛び出る理由を考へさせる。

2. 圖に示す様な一端の閉じたガラスの曲管に、圖に示す様に水を入れてAの所に口を當てて靜かに次第に力を入れて、空気を吹き込んでやると何うなるか。

3. 次に吹き込む力を次第に緩めると何うなるか。

以上の理由を考へさせる。

ガラスの曲管を使つて實驗した場合に於て、Aから力強く吹き込まれたのでaの中の空気が押し縮められ、従つてBの方向に水が進んだのである。所が押し縮められた空気が、元の様に擴がらうとする弾力があるから、何所かへ擴がらうとしてガラスの壁及び水面を押しつゝゐるのである。次に吹き込む力をゆるめ



空気の弾性を示す實驗

るとaの中の空気の弾力に依つて、水は元の位置に戻り、空気は元の體積に復したのである。

空気鐵砲の場合も全くこれと同様に、空気の弾性によつて紙の玉が飛び出すのである。

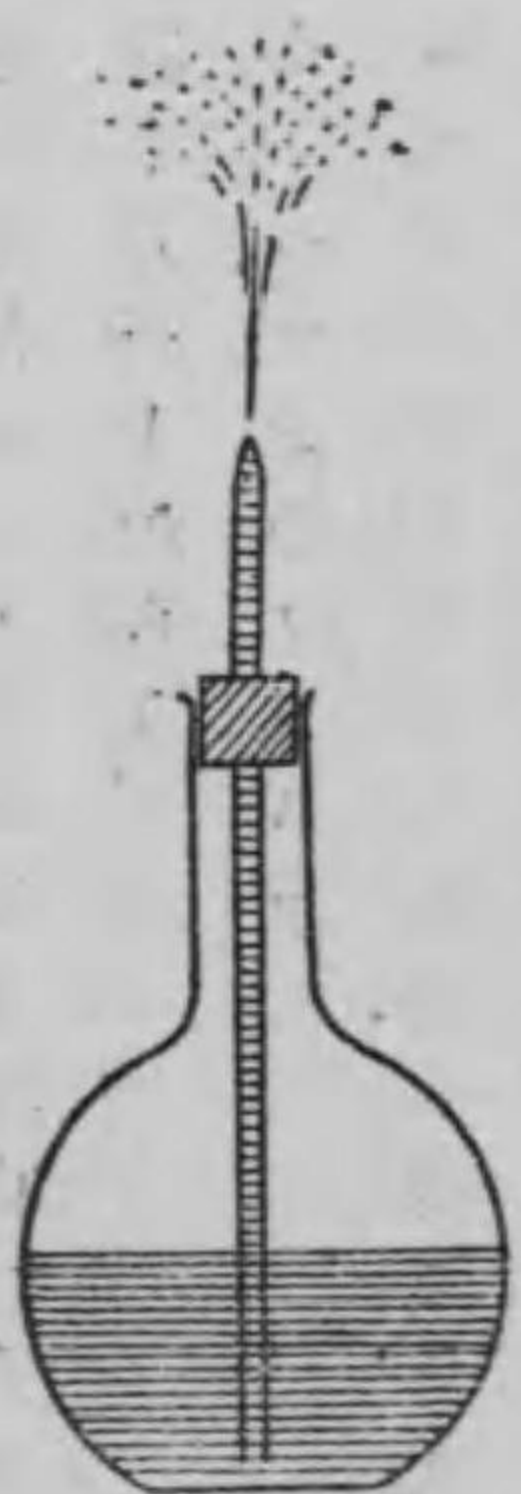
即ち一つの紙玉は、空気鐵砲の筒先にこめられて空気の通路を塞ぎ、一つの玉は筒の手前の方の口を塞いでゐるのである。此の場合に空気は、筒の中に一杯に満ちてゐたのである。それを次第に押し行くと筒の中の空気は壓縮せられて、次第にその體積を減少するのである。この體積減少に伴つて空気の弾力を生じ、元の體積に戻らうとする力は、終に筒先の紙玉を先方に勢強く押し出すのである。

此の場合ボンと音の出る理由は、今の程度の子供には寧ろ疑問の形で殘して置く方がよからう。

4. ヘロンのフラスコ

ヘロンのフラスコに、勢強く空気を吹き込むと、空気はガラス管の下端から泡になつて浮び出て、フラスコの中の空気の中に押込められるのである。次

ヘロンのフラスコの實驗



を壓する力は、水をガラス管に押し上げて、噴水の様に噴き出すのである。

この説明は教師自身がして聞かせるよりも、寧ろ實驗だけを教師がして見せて、その理由は兒童に考へさせる方がよからう。

丙、空氣の弾力に依つて説明し得ること

ゴムマリ、フットボール等がはねかへるのは、その中の空氣が落ちた際に壓縮せられて、元の體積にまで還らうとする彈力によるのである。

自轉車、自動車等のタイヤへ空氣を入れる際に使用するポンプも亦空氣の彈力に依つて、そのタイヤの中へ押し込んで行くのである。

空氣枕を使用した場合や、ゴム輪の人力車及び自動車へ乗つて心持のよいのは、空氣が壓縮せられるから、大きな振動も小さい振動として傳はり、又その

彈力によつて數多の小刻な振動に化するからである。

空氣の彈力を利用した道具を取扱ふ場合には、これを二つの態度でするがよいと思ふ。

その一つは、これを今習らつた原理に依つて説明すると云ふ態度に子供を立たせるのであり、今一つは現在使用してゐる道具の不満足な點を指摘してこれを改良する所の態度であり或は、人間の或る種の要求を満足するための新しい器械を創作する態度に立たせるのである。

四、氣體

空氣の様に形及び體積を變じ易い物體を氣體と名づけるのである。

氣體は別名を瓦斯體とも言うて、石炭瓦斯、水蒸氣、水素、酸素の様なものは皆常溫に於いてこれに屬するものである。

第三十三課 水

教材選擇の趣旨及び主眼點

水の性質として形を變じ易いこと、體積を變じ難いことを教へて、液體一般

の性質を知らしめ、併せて物體の三態の觀念を與へるのが主眼である。

教具及び準備

教師 液體の壓縮し難いことを示す實驗器、石油、アルコール、水銀
兒童 ガラス製の空氣鐵砲、一端を閉じたガラスの曲管

教材の解説及び取扱上の注意

一、水の體積を變じ難いこと

教師用書に示してある實驗の外に次の様な方法で兒童に實驗を課するがよい。

1. 空氣鐵砲の中央の邊に、紙の玉(成るべくしつかりとつめる)を一つつめて置いて、その中へ水を注いで後、第二の紙玉を込めて押し込んで見させると、第一の紙玉は第二の紙玉が進んだだけ進む。
次に空氣鐵砲を反對にして、第一の玉の方から押しで見ると、前と同様に第二の玉の押し返へされる距離と第一の玉が押し込まれて進む距離とは相等しい。
次には空氣鐵砲の一端を机の面につけて、玉を出られない様にして置いて

押し込ませて見る。如何に押ししても水の體積は壓縮せられない。餘り無理に押せば、紙玉の所から水が噴き出るか、それであれば空氣鐵砲のガラスを破壊することになる。

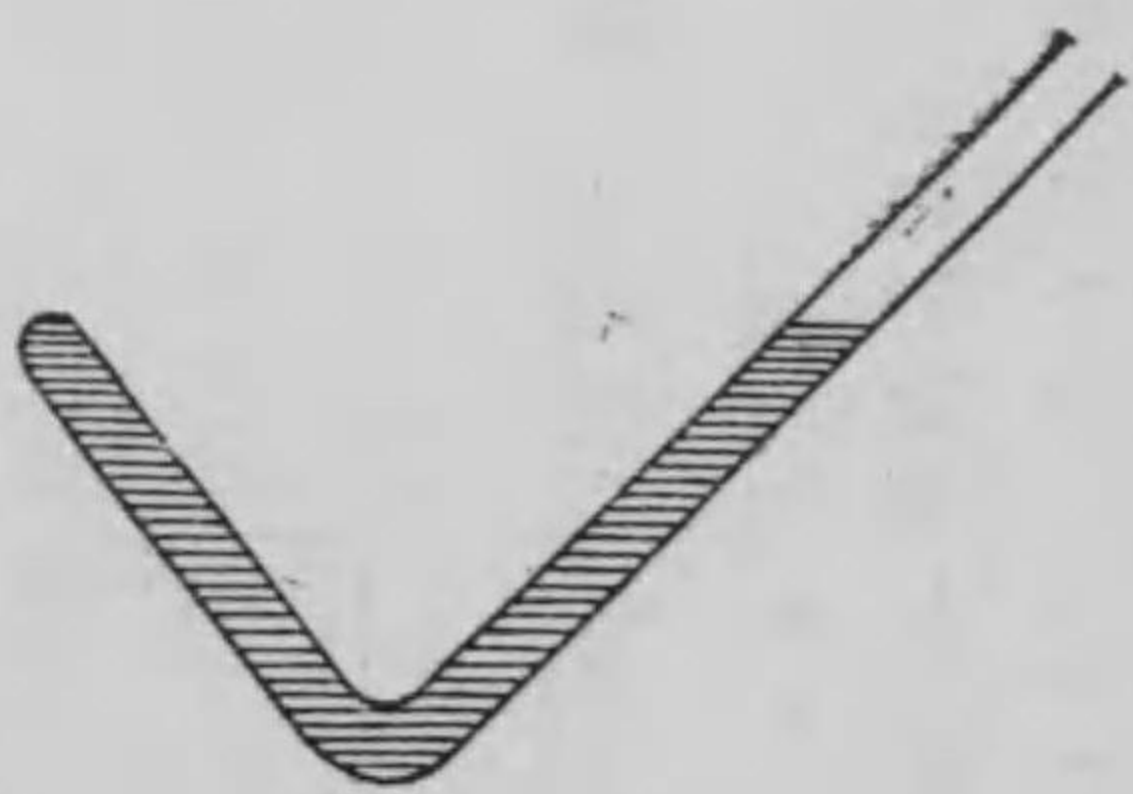
この實驗に依つて水は壓縮され難いことが判る。

2. 一端の閉じたガラスの曲管に八分目まで水を注いで、その底の部分に少しも空氣が残らぬ様にして、空氣の壓縮されることを實驗した時と同じ様に、勢強く吹き込んで見させる。そして水面が少しでも押し込まれるかどうかを充分注意して觀察せしめるがよい。

この場合に水面と空氣との境界に、鉛筆で記號をつけて置いて觀察せしめるがよい。
水面が少しも押し込まれないことが判つたならば、

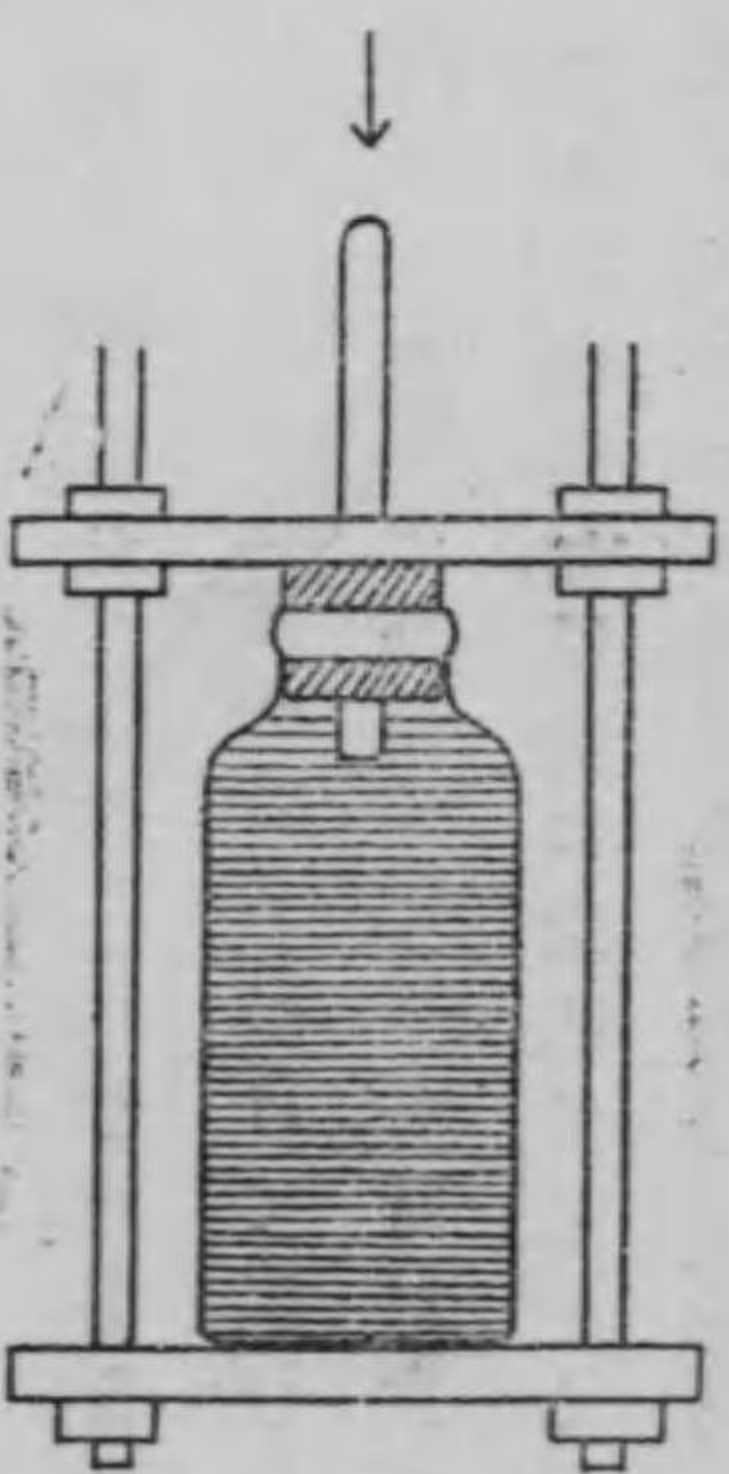
この理由を兒童に説明せしめるがよい。

3. 圖に示す様な装置をして、瓶に水を一杯詰め、少しも空氣を残さぬ様に



水の壓縮され難い實驗

瓶を割る実験装置



して置いて棒を勢強く押し込むと、瓶は破壊してしまふ。

これは水が壓縮され難いから、棒を無理に押し込むために、棒の容積に相當する丈けの水の行き場がないから、その力で水は瓶を割つて外

に流れ出たのである。

この實驗は教師が實驗して示すだけでよからう。

二、水の形を變じ易きこと

水の形を變じ易いことは、兒童の日常經驗して知つてゐることであるから、それを整理して置いたらよからう。

三、物體の三態

一定の溫度に於いて地球上の總べての物體を、その状態から分けて氣體、液體、固體の三つに區別することが出来る。尤も俗等の様なものは別に粘體と稱して、固體と液體の中間に位してゐると考へてゐるが、今は話すに及ばぬと

思ふ。

空氣、石炭瓦斯、水素、酸素等は常溫に於いては、これを氣體と言ふ。

氣體は、形も體積も變じ易い。

水、石油、アルコール、水銀等は、常溫に於いてはこれを液體と言ふ。

液體は、形は變じ易いが、體積は變じ難い。

鐵、銅、石、木等のやうなものを常溫に於いては固體と言ふ。

固體は、形も體積も變じ難い。

第三十四課 熱

教材選擇の趣旨及び主眼點

熱熱の發生、熱の移り、熱と物の溫度との關係、熱に依る物體の體積の變化を知らしめるのが主眼である。

教具及び準備

教師 アルコールランプ、五徳、金網、ビーカー、燒鍍、檜の板と棒、線膨脹實驗器、

固體體積膨脹實驗器

兒童 液體膨脹實驗器、氣體膨脹實驗器、コマ、寒暖計

教材の解説及び取扱上の注意

一、熱及び温度

アルコールランプで熱した鍔を、ビーカーの水の中へ入れると、ビーカーの水は温くなり、若し寒暖計をビーカーの水の中へ挿して置けばその温度は昇る、そして鍔の熱が冷えたのが冷えることが判る。

次にビーカーの温くなつた水を永く放置して置くと、次第に水が冷却して寒暖計の温度が降ることが判る。

これは、鍔の熱が水に移つたから、水は温く感ずる様になつたのであつて、その温く感じた水が永く放置して置いて冷却したのは、水の中に移つた熱が出て行つたから、冷やかに感ずる様になつたのである。

一般に熱が物體に入つて来れば、其の物體の温度を上げ、前よりも温く感ぜしめる様になり、熱がその物體から出て行けば、其の物體の温度を下げ、前よりも冷やかに感じる様になる。

この温度を上昇させたり下降させたりする原因となるもの、吾々に寒暖の感を引き起させる原因をなすものを熱と言ふのである。

熱に就いてのこの考へ方は、水の中に含む鹽の多少とその鹹味との關係と同様である。鹽が多ければ多い程鹹く感じ、鹽が少なければ鹹味も少ない。

然し此の場合に熱と鹽との間には、大きな相違の點がある即ち鹽は、水から離れて、鹽だけをこれだと示すことが出来るが、熱は物質ではないから、取出して見せることは出来ぬのである。

熱は熱だけを取り出して見せることは出来ぬが、然しその多少を測ることは出来る。即ち或る物質の暖冷の程度を示す階級として温度を用ゆる。だから熱と温度とは、同一なものではない。兒童はよく熱と温度とを混同するから注意を要する。

又或る物質の「熱量」と温度とも同一ではない。例へば、攝氏二十五度まで暖まると言へば、一匁の物質でも百匁の物質でも同じく攝氏二十五度である。併し、一匁の物質の中に入つた熱量は、同一物質百匁の中に入つた熱量の百分の一だけな譯である。

尙ほ兒童は、温度の高低、換言すれば同一物質の同質量に就いての熱量の多少と言ふべきことを、熱のある無しと言ふ言葉で言ひ表してゐる。例へば水が氷になるのは、熱が無くなつたからだと言ふことは、誤りであるから正して置く必要がある。

二、熱の移り

大きなビーカーに冷水を入れて寒暖計で其の温度を測り、小さいビーカーに湯を入れて他の寒暖計でその湯の温度を測り、兩方のビーカーの寒暖計は挿入れたまゝにして置いて、小さいビーカーを大きいビーカーの水の中へ浸すと、小さいビーカーの湯は冷えて、寒暖計の温度は下降し、大きいビーカーの水は暖まつて、その温度は上昇する。此の場合に小さいビーカーの熱が大きいビーカーの水の中へ移つたのである。

一般に、温度の異なる二つの物体を相觸れさせて置くと、温度の高い物体は冷え、温度の低い物体は暖まる。此の時に一方から出た丈の熱は何時でもそのまゝ分量に變りなく他の方に移つて居るのである。

三、熱の發生

熱は次の様な原因から起る。

1. 燃燒熱

物が燃える時に熱の起ることは、兒童が平素經驗して熟知のことである。らそれを整理して置けばよからう。

2. 摩擦熱

錐で堅い木に穴をあける時、鋸で物を切る時の様に物と物とが摩擦すると熱を發する。

出雲大社等の神火は、火切板と唱へてゐる檜(火の木)の板に穿つてある穴に檜の棒をさして、錐をもむ時の様にして、板と棒とを摩擦して、發熱發火せしめてゐるさうである。

この檜の板と棒とを摩擦することによつて、發熱し終に發火することを示す實驗は、實際に示したらよからう。

山火事の一つの原因は、木の枝と枝とが相交つてゐる所が風の爲めに振れ動いて、摩擦熱が起り終に發火することもあるのである。

3. 打撃熱

燧石と鋼鐵とを打つて火を出すのは、打撃のために發熱して火花を發したのである。鐵砲の電管は引金を引くと共に勢強く打撃せられて熱を發し、火する仕掛になつてゐるのである。

金床の上を金槌で幾度も打續けてゐると、金槌及び金床が發熱することが判る。

4. 電氣熱

電熱器は電流の熱作用を利用したものであつて、普通の電燈でも手に觸つて見ると暖く感ずるのである。

四、熱と物體の體積

1. 固體の膨脹、收縮

荷車の輪金をはめる場合に、如何にしてゐるか。子供の玩具の獨樂の金をはめるに何うするか。若し獨樂の木質部の方が金輪より小さかつたり、荷車輪金が木の輪形より大きくなかつたならば、その獨樂の金や、荷車の輪は、使度毎に外れることになるであらう。その事の無いのは、これを作る人が熱により物體の膨脹收縮の理を應用してゐるからである。

體積膨脹實驗器として、尋常五年の理科書の二百四十七頁に示してある様な装置で、而も常溫に於いては金屬球の方が稍大きく造つてある金屬球と金屬環を使つて實驗することが出来る。

今金屬球の方が獨樂及び荷車の木部とし、金屬環を獨樂及荷車の金輪とすれば、金輪の方が木質部よりも稍小形に作つてあるのである。だから作り上げた時には、金屬球が金屬環に通らぬやうに木質部は、金輪にはまらぬのである。然るに、金屬球はそのまゝにして置いて、金屬環だけをアルコールランプで熱した後、金屬球をはめると、はめることが出来るのである。

次にこれを冷やせば、固くはまつて一寸の力では再び抜き取ることは出来ぬのである。

この實驗によつて先に問題になつてゐた荷車及び獨樂の金輪をはめる理が解決し得たならば、次には、辛じて通し得る金屬球と金屬環とを使つて次の様な實驗を示したらよからう。

イ、金屬球だけ熱した場合は如何に

ロ、金屬環だけ熱した場合は如何に

ハ 金屬球、金屬環兩者を熱した場合如何に

兒童は、此の場合に金屬環を熱すると、輪の内側へも膨脹するものと考へ易いから、金屬環だけ熱する口の實驗に依つて明確にその然らざることを知らせなくてはならぬ。

次に線膨脹の實驗器を使用して、線の膨脹する有様をその度盛を讀ましめて知らしめるがよい。

固体の膨脹、收縮の理が明確に知らしめ得たならば、次に三四の應用問題を示して、日常生活の間に起る現象を説明せしめ、且つ取扱上の注意に及ぶがよからう。

イ、汽車のレール、電車のレールの接繼の個所が少しく離してある理由。

夏冬によつて、温度の相違はレールの長さに影響するから、若し冬にレールを敷設して、而も継ぎ目を少しく離して置かなければ、夏にはレールの膨脹する力に依つて、鐵の膨脹するのは、甚だしく長い距離ではないのであるが、然しその僅かの長さの伸びたのでもこれを支へる時に現れる壓力は恐ろしい力となつて現れるものであるから、レールを横に或は上に押上げる様な事にな

るのである。

尚ほ汽車のレールが冬季に見ても尚ほ少しの間隙のあるのは、幾箱も長く續いた汽車の車輪のレールと摩擦して起る熱も亦大であるから、それに備へる爲めにしてあるものと考へるべきである。

ロ、瓶の栓が固くて抜くのに困難な場合に何うするか

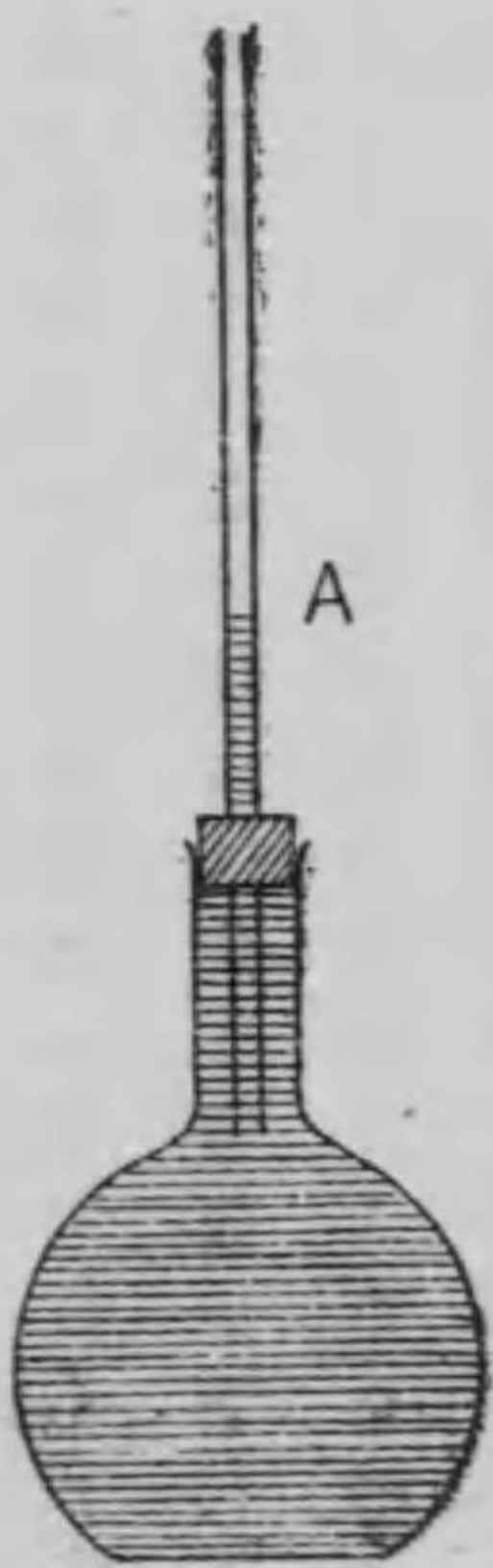
ハ、熱せられたランプのホヤに雨水が當ると破壊するのは何故か。

ニ、肉の厚いコップに熱湯を注ぐと割れる譯

2. 液体の膨脹收縮(兒童實驗)

金屬の様な固体が、熱に依つて膨脹し收縮することが判つたならば、次には液体及び氣體は何うであるかを述べて見る必要がある。

液体膨脹實驗器



液体膨脹實驗器に赤の着色液をAの部分まで入れて、其所に記をつけさせて置き、別に用意した湯を入れたバケツの中に浸さしめて、先に記をつけて

置いた所の液面の運動に注意せしめる。

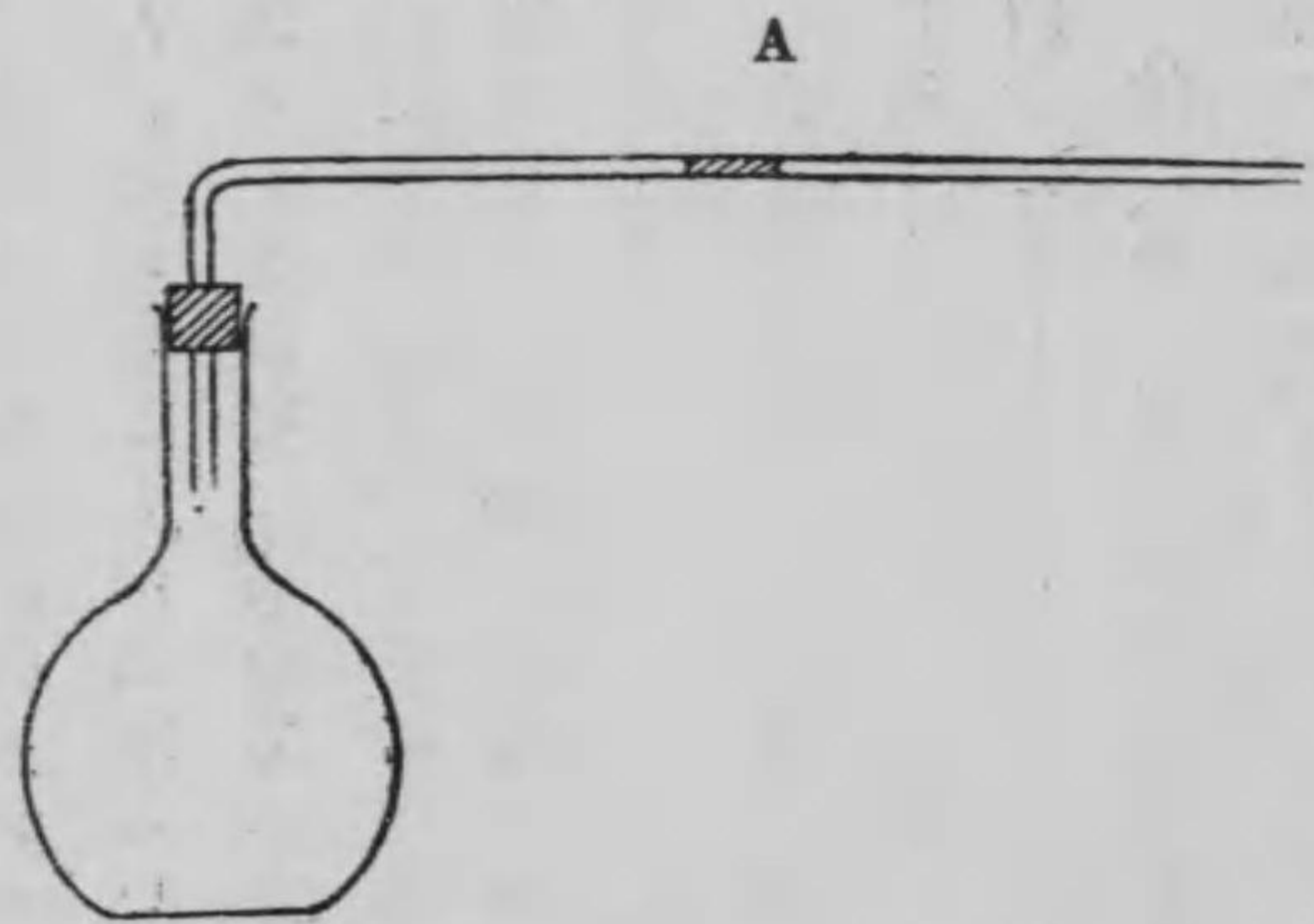
湯の中へ入れると、液面は一度少しく下降して後上昇し始め、次第に高く上るのである。この理由は、先に液面が下しく少降したのは、固體膨脹の理を知つてゐる兒童には理解のいくことであつて、バケツの湯の温度は先づ最初にフラスコのガラスに傳はるから、従つてフラスコが膨脹して、器は擴大するので、液面は下降したのである。然るにフラスコに傳はつた熱は更にその内部の液にも傳はるから、液も亦膨脹する。然るに固體の膨脹は、液體の膨脹より小であるから、液面は次第に高く上昇したのである。

この實驗によつて液體も亦膨脹すること、及び液體の膨脹は固體の膨脹より大なることを結論せしめるがよい。

應用問題として次の事項を考へしめたいと思ふ、

- イ、鐵瓶で湯を沸す時、始めに水を一パイ入れて置くと、暖まるにつれて鐵瓶の口から溢れ出る理由
- ロ、これに關係して、酒の燗をする時に酒を徳利の口まで一パイ入れない様にする事。

- ハ、寒暖計は如何なる理を應用して作ったものか
- 3. 氣體の膨脹收縮(兒童實驗)



氣體膨脹實驗器のフラスコを手で握らせると、Aの赤インキは右の方へ移動し始める。次に手を放すと次第に左の方へ返つて來て元の位置で止まる。

この赤インキの移動はフラスコの中の空氣が膨脹し收縮したからである。

應用問題

- イ、寒い時ゴムマリのよく上らなくなる譯、懷の中へ入れて温めるとよくはすむ様になる譯
- ロ、狀袋の口を閉ちてその糊を乾すために

火鉢であぶると、狀袋の膨れる譯

ハ、自轉車のゴム輪へ澤山空氣を入れて、夏等に日向に出して置くと夕

イヤの破裂することのある理由

4. 氣體、液體、固體の膨脹率の比較

液體膨脹實驗器のフラスコを手で握つて温めても、液の上昇することは殆んど認めることが出来ない。所が氣體膨脹實驗器のフラスコを手で握ると赤インキは盛に右の方へ移動する。

この事に依つて手から傳はる熱は兩者殆んど同じであると考えることが出来るから氣體の膨脹は液體の膨脹よりも遙かに大きいといふことが出来る譯である。

先に液體膨脹の實驗の際に於ては、液は最初少しく下降したが、後次第々々高く上昇したことに依つて、液體の膨脹は固體の膨脹より大であると言ふ結論に達して居たのである。

故に、熱に依る膨脹は、氣體最も大に、次に液體次に固體であると結論することが出来る。

第三十五課 水蒸氣、氷

教材選擇の趣旨及び主眼點

物が熱の増減によつて固體、液體、氣體の一つから他に變化する例として、水が水蒸氣及び氷に變化する有様を知らしめ、併せて寒暖計に就いて教へるのが主眼である。

教具及び準備

教師 寒暖計の攝氏及び華氏の目盛を示す掛圖、諸種の寒暖計の實物

兒童 ビーカー、アルコールランプ、五徳、金網、フラスコ、寒暖計、試験管、氷鹽、一端を膨めたガラスの細管、赤の着色液

教材の解説及び取扱上の注意

一、水の水蒸氣に變ずること

イ、蒸發

ビーカーに水を入れて下からアルコールランプで熱し、湯氣立つた時に冷たいガラス板をビーカーの上に持つて行くと、そのガラス板が曇ることが判る。

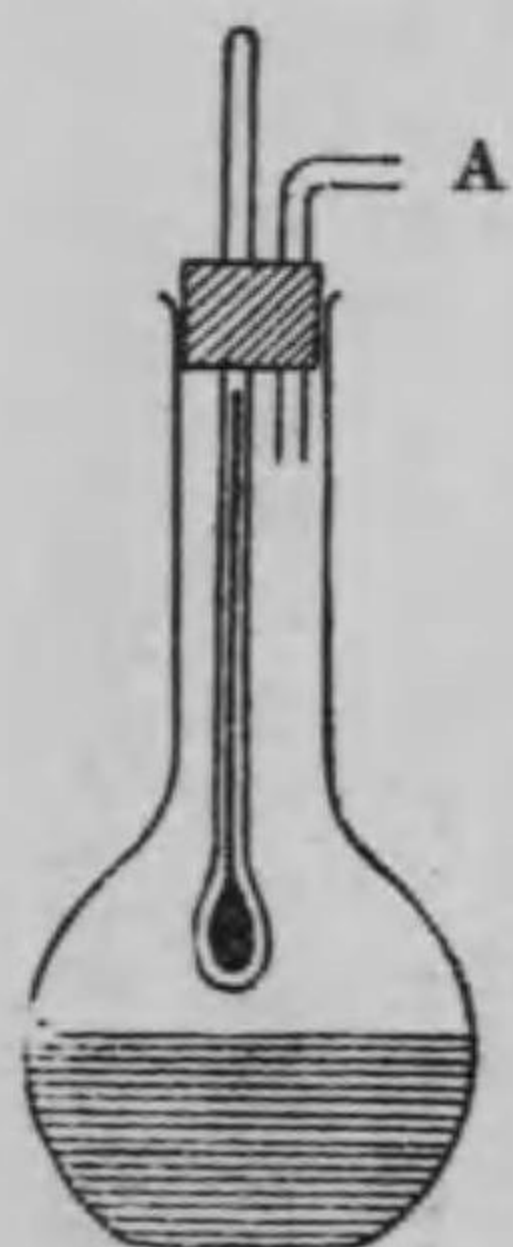
これは水が熱せられて、水蒸氣となつて出て來た所謂蒸發のであるが、冷い

ガラス板に當つて水滴になつたのである。
一般に水は熱せられると蒸發して水蒸氣と言ふ一種の氣體となり、これが冷えると又元の水になるのである。

應用問題

- (1) 洗濯物、雑巾掛した椽先等が乾く理由
 - (2) 雨が降つて草木、地面が濕つたのが乾く理由
 - (3) アルコール、揮發油の栓をとつて置くとその量の減少する理由
- 、水蒸氣と湯氣

圖の様に装置したフラスコに水を入れ、下から盛に熱すると、Aの口から一寸位の處に白く湯氣の立つのを認めるとが出来る。然しAの口のすぐそばは何物も認めるとが出来ないで、一寸位の所で白く見えるのである。これは



Aの口を出たばかりの時は水蒸氣と云ふ氣體であつて、吾々の眼には見えなかつたものが、一二寸目の邊まで行くと外氣の爲めに冷えて細かな水滴即ち湯氣となつた

水の水蒸氣となること及び湯氣の實驗器

のである。水蒸氣は氣體であるが湯氣は、水滴に返つてゐるのである。

兒童は水蒸氣と湯氣とを混同してゐるから、明瞭にその區別を教へてやる必要がある。

ハ、沸騰

先の口の實驗を更に續けてゐると、フラスコの底からも盛に泡が出来て水面に浮んで來るのを認める様になる。

この状態になつた時を水が沸騰したと稱へるのである。

一般に沸騰とは、液體が其の内部に於ても盛に蒸氣に化して、其の蒸氣が液體全部を攪亂しながら脱け去る現象である。

蒸發とは、液體が其の表面に於いて徐々に蒸氣に化して散ずる現象である。フラスコの中の水が沸騰する様になる前からその中に挿して置いた寒暖計の溫度を讀まして居たならば、次第に上昇して來てゐたであらう。然るに一旦沸騰し始めてからは、如何に熱しても上昇しなくて一定の溫度を保つてゐるであらう。

此の時に、水蒸氣中での溫度及び水の中の溫度を讀んだならば、共に攝氏百

度であることが判るであらう。これに依つて、水の沸騰する時の温度は攝氏百度であると言ふことが判る。

應用問題

鐵瓶の一種の鳴りは、鐵瓶の水が沸騰する時の音でもあるが、尙ほ湯の沸き始めの頃の鳴りは、鐵瓶の底に入れてある鳴り金の下に出來た水蒸氣の泡が、鳴金の上まで浮み出て來た時、其の邊の水の冷氣に遇つて水に返つて消え去る時の音である。

二、水の氷に變ずること

氷の細く砕いたもの(或は雪三と鹽一との割合で作つた起寒劑の中に、清水を入れて寒暖計を挿し込んである試験管を入れ、試験管の中の水が氷になるまでの温度を續けて讀ませたならば、零度まで下つた時凍り始めて、全部の水が凍り終るまで零度を保つてゐることが判る。

三、水の三態の變化

先の二の實驗によつて得た氷の入つてゐる試験管をそのまま、徐々に熱すると、氷は解け終るまで零度を保つてゐるが、解けてしまふと温度が上昇し始

めて百度で沸騰して盛に水蒸氣に化することが判る。

この様に、水は熱の多少に依つて固體、液體、氣體の三態に變化するのである。

四、寒暖計の觀察

寒暖計の用途につき、兒童の既有觀念を整理して後に之を觀察せしめて、何の理を應用したものか、何で作つてあるか、如何にして作るかを工夫せしむ。

五、寒暖計の製法

1. 硝子の細管にアルコール又は水銀を入れる實驗(兒童には、赤の着色水を入れさせる。)

一端の膨ませてある硝子管の球の部分をアルコールランプで熱して中の空氣を追ひ出し、赤の着色液の中に倒に立てると、液が管内に上昇して來る。

これは、先に授けた氣體の熱に依る膨脹及び收縮で説明し得ることであるから、兒童にその理由を考へしめるがよい。

幾度も繰り返して居ると、液は膨らんでゐる球形の部に充滿するであらう。

實際に寒暖計を作る場合に、同様にして水銀或はアルコールを球部及び管の幾分に充たすのである。而して後、高温度に熱して管の殘部の空氣を全部

追ひ出し、その端を閉ぢるのである。従つて普通の寒暖計の上部は真空に近く出来てゐる譯である。

寒暖計の内部に入れる液としては、水銀と着色したアルコールとを使用してある。その長短は次の通りである。

水銀の沸騰點は三百五十七度で、凝固點は零下三十九度である。

アルコールの沸騰點は七十八度で、凝固點は度下百三十度である。

従つて水銀寒暖計は高温度の測定に適し、アルコール寒暖計は低温度の測定に適してゐる。

2. 目盛法

普通に攝氏の目盛と華氏の目盛とある。攝氏の目盛は、水の氷點を零度とし、沸騰點を百度として、その間を百等分したものである。これは瑞典のセルシウス氏(一千七百三十六年)の創作したもので、學術上には主としてこれを用ひる。

華氏の目盛は、攝氏の零度が三十二度に、百度が二百十二度に當つてゐて、その間が百八十に等分してある。この目盛法は、獨逸人の Fahrenheit 氏

一千七百二十四年)の創作したものであつて、鹽化アンモニウムと水との混合物が最も寒冷なものであると考へ、これを零度として、人間の體温を二十四度と定めたのであつた。後に零度はそのままにして置いて、二十四度を四倍して體温を九十六度として目盛りして使用してゐたのである。この華氏寒暖計の度盛は、日本及び英米の民間で使はれてゐる。

攝氏と華氏との目盛の外に、佛人レオミュール氏(千七百三十一年)に依つて作られた列氏寒暖計がある。水の氷點を零度、沸騰點を八十度とし、その間を八十等分したものである。但し使用範圍は極狭いものである。

六、寒暖計の種類

1. 檢温器

醫師が使う「檢温器」は最高寒暖計の一種で、構造が普通のものと違つてゐる。即ち管の球に近い所で水銀の通路が極狭くなつてゐるから、水銀が膨脹した時にはこの細い通路を通つて押し上がるが、收縮しても再び球へは返れないのである。(水銀の表面張力に依つて、管のくびれで支へられて下へ降らないのである)従つて水銀を元の様に球へ返すには振つて戻すのである。

2. 最高最低寒暖計

構造は兒童の程度に適應しない、ただ使用法だけ教へて置くがよいと思ふ。其要點はU字形に曲げられて兩端膨大密閉した細管の、底部に水銀、上部に兩方共アルコールが入れられて居て、一方はアルコールが充滿してゐるが他方は多少の真空部を残してゐる。この真空部のある方が最高度を示して他方が最低部を示すのである。水銀と接觸してゐるアルコール部に一本宛の、水銀の方の端が稍平たくなつた金屬針が入つて居て、針は表面張力の關係上水銀の膨脹收縮に伴つて其の位置を變ずるが、アルコールの膨脹收縮に依つては其の位置を變ぜないから、一定時間内の最高最低兩溫度を知ることが出来るのである。従つて更に溫度を計らんとするには磁石で外部から針を水銀面まで引下げる必要があるのである。

第三十六課 風と雨

教材選擇の趣旨及び主眼點

熱に依る物體の膨脹及び水の三態の變化を授けたことに關係して、風の起

る原因及び雨雪の降る理を知らしめるのが主眼である。

教具及び準備

風の起る原因を示す實驗器、線香、マッチ、雪の結晶を示す掛圖

教材の解説及び取扱上の注意

一、風

上部の開いてゐる丈の高い箱の、四壁の下部に一つづつ孔をあけたのを机の上に置いて、その箱の底の中央に鐵皿を敷いて、其所に焼いた石か瓦を入れて、線香の煙を箱の外側から四壁にあけてある孔に近づけて見ると、下部の孔から流れ込んだ煙が、箱の上部の方へ流れて昇るのを見ることが出来る。

この煙の運動は、空氣の流動する有様を示すものであつて、靜止してゐる空氣の一部分を熱すると、其の部分の空氣は熱せられて體積を増し、従つて輕くなつて上昇し、其の周圍の空氣がそのあとを埋めるために進んで來るからである。

風はこの様な空氣の流動が、太陽の熱によつて、自然界に而も大袈裟に行はるゝ時の現象である。即ち地面が太陽の熱のために暖められると、この地面

に接した空気は熱せられ膨脹して、軽くなるから上昇するのである。この場合を低氣壓と言ふ。

此の低氣壓が起つたあとを埋めるために、冷たい而も比較的重い空氣が流れて來るのである。これが風である。

上昇した空氣は、上に昇つて冷えて、四方に流れるから、下の風とは全く反對の方向の風が、極上層では吹いてゐる譯である。

二、海軟風、陸軟風

海岸に起る現象である。陸地と海水とが太陽によつて暖められる時間の遅速、及びその熱を失ふ時間の遅速を異にするから起るのである。

晝間は陸地の方が海水より早く熱せられて溫度が上昇するから、従つて地面に接してゐる部分の空氣は、熱せられて膨脹し上昇するので、海軟風が起るのである。

夜間は陸地は海水より早く熱を失つて溫度が下降するから、陸軟風が起るのである。

夏の夜に水を撤くと何故に室内へ涼しい風が來るか。

夏の日、森の方から涼しい風の來るは何故か。

冬の日、日向で暖まつてゐる時、室内の方から寒い風の吹いて來る理由を考へさせるがよい。

三、日本の風

日本に吹く主な風は冬季は、西風又は北風で、夏季は南風、若しくは西南、東南の風が多い。

夏季は、太陽が赤道の北を直射するから、亞細亞大陸が非常に熱せられて、滿洲邊に低氣壓が起り、それに向つて風がアラビヤ海、印度洋等から吹いて來るのである。

これが夏季の南風、或は西南風、東南風となるのである。

冬季は、太陽が赤道の南を直射するから、南方に低氣壓が起り、従つて北風が吹くのである。且つ我が國は東南が太平洋に面し、西北に日本海を隔て、亞細亞大陸があるから、冬季は太平洋の南部に低氣壓が起つて、それを補ふために吹く風が我が國を通るので、西風となるのである。

四、空氣中の水蒸氣

空氣中には、常に若干の水蒸氣を含んでゐるのである。これは海洋湖沼、河川及び地面から水の蒸發したものである。

然し空氣は、際限もなく水蒸氣を含み得るものではない。一定の溫度、氣壓に於いて、一定量の空氣に含む水蒸氣には、限りがあるものである。

五、雲

水蒸氣を含んだ空氣が上昇して、上層の寒冷な空氣に逢ふと、細かな水滴となり或は細かな氷片となる。これを雲と言ふのである。

六、霧

水蒸氣の凝固して出來た、細かな水滴であることは雲と同じであるが、唯地面に接近してゐる時にこれを霧と言ふのである。

七、霞

春に最も多いものである。空氣の溫度が、地面の溫度に遅れて變化する事から起るのである。春は晝間光を受けて地面から蒸發した水分が、稍上層の依然として寒冷な空氣に當つて、冷却して、水滴となるのである。所がこれは地面を去る幾何でもない所であるから、所謂山の中腹に霞が棚引くことにな

るのである。

八、雨

雲を成してゐる水滴が、比較的小さい間は空氣中に浮んで依然として雲となつてゐることが出来るが、相集つて次第に大粒となると、地面に落下して來る、これが雨である。

九、雪

空氣の上層は、盛夏でも極めて寒冷であるから、雪や氷片を生ずるのである。けれどもそれが地面に到達するまでには、解けて水滴となるから、夏には雪は降らぬのである。

冬季に空氣中の水蒸氣が上層の寒冷な空氣に觸れて、結晶して地面に降つて來る。これが雪である。

霜、霞も附説したならばよからう。

十、霜

地面に近い所にある水蒸氣が、夜の間に石、瓦、橋の金具等の様な寒冷な物體に觸れて、結晶して出來たものが霜である。

霜が風の少ない晴れた夜に多いのは、風のある夜は空気が移動してゐるので、一定の水蒸気が冷やされ難いから結晶することが少ないのであり、曇つた夜に出来ないのは、雲が地熱の放散するのを防いでゐるから比較的暖かであるからである。

霜柱も附説したらよからう。

十一、露

空気中の水蒸気が植物の冷却した葉に觸れて凝結して水滴になつたのも、露を生ずる一つの原因である。

備考

風の強さの階級

- 無風 煙の直上する場合 ○
- 軟風 風のあるのを感ずる ト
- 和風 木の葉を動かす ㄈ
- 疾風 木の枝を動かす ㄇ
- 強風 木の大枝を動かす ㄎ

- 烈風 木の大幹を動かす ㄏ
- 颶風 木を抜き家を倒す ㄏ

第三十七課 冬の芽

教材選擇の趣旨及び主眼點

冬落葉して葉のない木と、常緑樹との例を示して冬芽の形態及び生態を研究せしめ、これによつて樹木の越冬の有様に就いて知らしめ、自然界の微妙な作用を理解せしめるのが主眼である。

教具及び準備

- 教師 冬芽の形態生態を示す掛圖
- 児童 すずかけのき、とち、もくれん、あをぎり、さくら、きり、つばき、まつの冬芽のついてゐる小枝、解剖器

教材の解説及び取扱上の注意

一、形態

甲 落葉樹の冬芽

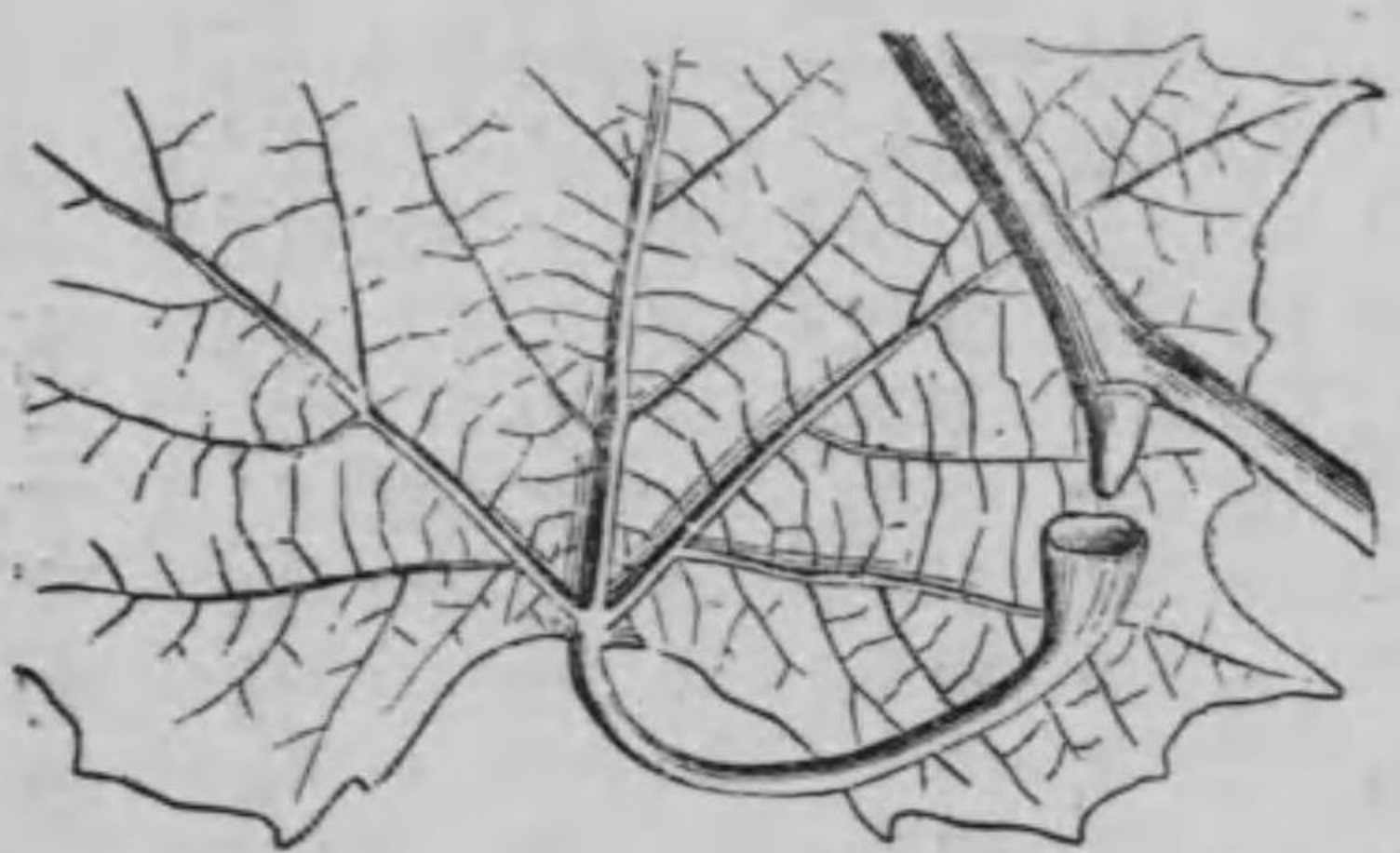
1. すずかけのき(ブラタナス)

葉柄の基部が芽の全部を包んで保護してゐる極めて面白い植物である。

この様な葉を護葉と言ふのである。

兒童に葉のついてゐるまゝの小枝を與へて葉を取り去らしめて、その葉柄の基部から冬芽の現れて來るのを観察せしめたならば、兒童は非常な好奇心をもつて、その理由を研究しようと努めるに到るであらう。

要するに、晩秋落葉後のブラタナスの冬芽は、外面の鱗片に細毛を生じて、今は葉柄の力を借らずに保護せられることになるのである。落葉しない前は葉柄によつてその發達期の芽が保護せられ、落葉後は鱗片によつて冬期の芽が保護せられてゐるので



すずかけのきの葉及び芽の圖

ある。

2. 櫻

櫻ももみぢと同様に秋紅葉(黄葉)してその葉を落したのである。一本の小枝をとつて観察して見ると、その頂及び落葉した部分の直ぐ上に楕圓形の冬芽が出來てゐるのである。

冬芽の一つをよく観察すると、數枚の鱗片に包まれて冬季の寒冷、濕氣にも害せられない様に固く保護せられてゐることが判る。

鱗片を一枚づゝ取り去らしめて見ると、如何にも巧妙にその内部を保護してゐることが判る。次第に取去つて行くにつれて、中心部から若い葉の疊まつてゐるもの、白い蕾などが靜かに來年の春を待つて眠つてゐることが判る。是れをルーペで見れば更によく判明するのである。

花の入つてゐる芽を花芽、葉の入つてゐる芽を葉芽、花と葉と兩方入つてゐる芽を混合芽と稱するのである。

又芽の枝についてゐる位置から區別して、枝の頂にあるものを頂芽と稱し、其の他にあるのを腋芽と稱する。

3. とちのき

多數の大型な鱗片に包まれて内に若い葉の疊まつてゐることは、櫻と同様

とちの葉の發芽したものを分解して鱗片と葉との關係を示す圖



である。唯、鱗片の外面の細胞の膜から多量の粘液體を分泌して鱗片を相互に密着せしめ、冬の間

の氣候の變化や、虫害を防ぐのが異なつてゐる。

4. もくれん、あをざり

鱗片には軟毛が密生してゐて、毛布で包まれて寒むい冬を越すかの様に見える。

5. きりの冬芽

きりの小枝を見ると其の頂端及び落葉した痕の直ぐ上に、枝に密着して茶褐色の小さい冬芽が一つづつ着生してゐることが判る。

又枝の上部には、澤山の茶褐色を呈した蕾さへ花梗によつて花軸に着生して越冬することがある。この茶褐色をした蕾は、萼に固く包まれてゐるので

あつて、其の外面に細毛の密生してゐるのは、もくれん、あをざりの冬芽と同様に毛布で包まれて嚴寒を越すものの様に考へられるのである。

乙、常緑樹の冬芽

常緑樹の葉は、落葉樹の薄くて潤いのに比して、松等の様に針状をなしてゐて非常に狭いか、又は、つばき等の様に潤くとも質が硬く且つ厚く出来てゐるものが多い。

先に桐の落葉及び果實の課でも述べた様に、冬期嚴寒の候に入ると根の作用は衰へ、従つて水分の吸収力が減退して、殆んど休眠の状態になるのである。此の時に水分を盛に發散する葉をつけてゐると、ために自體の損害となるから、落葉の現象を呈するのであるが、常緑樹の葉は以上の様な構造をしてゐるから、比較的水分の發散することが少く、従つて一時に落葉する必要がないのである。

然し常緑樹の葉でも極寒の候になると葉内の葉綠素が多少變化して、爲めに幾分褐色を呈することもあるのである。

つばきの小枝をとつて觀察すると葉柄が枝に着生してゐる内側に、堅い鱗片

に包まれた淡緑色の芽を一つづつ着けてゐることが判る。これはつばきの冬芽であつて、中には來春若枝若葉となるべき小體を藏して春暖の來るのを待つてゐるのであつて、これは葉芽である。

又枝の先の方には淡緑色の稍大型の卵形をしたものが、幾枚かの苞及び萼に包まれ着生してゐる。これはつばきの花の蕾であつて、これをむけば中に雄蕊の黄色を呈した葯等を明かに認めることが出來て、是れは花芽である事が明瞭である。

まつの小枝をとつて觀察して見ると、その先端に茶褐色又は白色の芽が數本づつ着生してゐる。

この芽は非常に澤山の乾いた細長い鱗片に包まれてゐるのである。そしてこの内部には、長い枝になるべき部分と、この長枝に着生して二本の松葉を出すべき多數の短枝を包む鱗片と、短枝から生ずる二本の葉の多數とが藏せられてゐるのである。

落葉樹と常綠樹との何れを問はず其の手段には色々あるけれども、何れも若き芽が越冬の爲に保護せられて居る事には變りはないのである。

第三學期

第三十八課 物の重さ

教材選擇の趣旨及び主眼點

總べて物には重さのあること。同じ物質であれば體積が等しければ重さも等しく體積が大なれば重さも重く。物質が異なれば例ひ體積が等しくても重さは異なること。及び物の浮沈に就いて知らしめるのが主眼である。

教具及び準備

教師 フラスコ、ゴム栓、ゴム管、ガラス細管、ゴム管挾、五センチ立方の鉛及び櫻の木片の立方體二箇、之より大なる鉛及び櫻の木片の立方體一箇、五センチ立方の蠟石の立方體及び之れを丁度容れ得る丈けの大きさの（つまり五センチ立方の内容を持つた眞鍮の蓋のない箱、石油水、アルコール、ビーカー、ガラス管、秤

兒童 試験管、水、石油

教材の解説及び取扱上の注意

一、物には重さのあること及び物の重さは秤で測ること

石や木を手で持つと重さを感じることは、児童の日常経験してゐることである。従つて、石、木、竹、鐵、鉛、水、酒等に重さのあることは、児童の経験事項を整理して置けばよいのである。

然し水素の様な軽く風船玉を空中高く上げる物、及び空氣のやうなものには重さがないのだと児童は誤認し易いから、これに對しては次の様な實驗を示すがよい。

圓底フラスコにガラスの細管を通したゴム栓を固く氣密に挿入し、ガラスの細管にゴム管を箴め、このゴム管の先から強く空氣を吸ひ出すか、或はフラスコの中にエーテルか水を入れて熱し、中の空氣を追出してゴム管をゴム管挟で固く挟んでこれが目方を測り、次にフラスコの中に空氣を入れて其の目方を測つて見るのである。(フラスコの中の空氣を抜取るには排氣機を使用すればより簡單で而も口で吸つたより完全に實驗の結果を見出し得る譯である。)

次に再びフラスコの中に空氣を入れてその目方を測つて見るのである。此の實驗に於いて後の目方の方が重いのは、中に空氣が入つたからであつて、これによつて児童に空氣にも目方のあることを知らしめることが出来るのである。

物の目方は秤を使つて測ることは、これ亦児童が平素經驗上熟知のことである。

二、物の輕重

1. 同一物質の場合

五センチ立方の鉛の立方體二箇をとつてそれを別々に秤にかけてその目方を測つて見ると全然同一の重さを持つてゐることが判る。

次に同じく五センチ立方の櫻の木片の立方體二箇をとつて別々に其の目方を秤で測つて見ると同一の重さであることが判る。

この實驗によつて、同じ物質で而も體積が等しい場合には、その重さが等しいことを児童に知らしめることが出来る。

次に五センチ立方よりも大きい體積を持つてゐる鉛の目方を測つて見、又

五センチ立方よりも大きい體積を持つた櫻の木片の目方を測つて見るに、先の五センチ立方の鉛の目方より後の鉛の目方は重く、先の五センチ立方の櫻の立方體の目方よりも後の櫻の木片の目方が重いことが判る。

これによつて同一物質であれば、體積の大きい方がその重さも重いことを兒童に知らしめることが出来る。

後に目方を測つた鉛及び櫻の體積が、五センチ立方の二倍若しくは三倍になつて居るならば、更に同一物質に於いては體積が二倍三倍になれば、目方も二倍三倍になることを知らしめることも出来る譯である。

2. 物質が異なつてゐる場合

眞鍮製の五センチ立方の容積を持つてゐる立方體の樹に、水を一パイに入れて其の目方を測るのである。

次にこの眞鍮樹に鉛の五センチ立方體を入れてその目方を測るのである。次には、同樹に蠟石の五センチ立方の立方體を入れてその目方を測り、次には櫻の木片の五センチ立方の立方體を入れてその目方を測り、次には石油をこの眞鍮製の樹に一パイ入れてその目方を測るのである。

かくして得た各々の目方を比較して見ると、鉛が一番重く次は蠟石、次は水、次は石油、次は櫻である。

此の實驗に依つて得た結果から歸納して見ると、物質の種類が異なつてゐる場合には、體積が相等しくても其の重さは異つてゐると言ふことを知らしめることが出来るのである。

この考へを嚴密にするために、同體積の水の目方と比較した重さの比の値を、比重と稱するのである。

先の實驗に於いて、眞鍮の樹自身の目方を各の目方から引き去れば、水、鉛、蠟石、櫻、石油の各五センチ立方の體積の目方が出る譯である。

従つてその場合の水の目方で、他の各の目方を割れば、各の比重に近い値を得ることが出来る譯である。

三、物の浮沈

1. 石油が水の上に浮くこと。

兒童に與へた試験管に石油を適量に入れしめ、次にこれに水を適量に注下すると、石油は水の上に浮くことが判る。

更にこれを振り動かして見ても、靜かに放置すると再び石油は水の上に浮くことが判る。

先に五センチ立方の水の目方と石油の目方とを比較した時に、石油の方が軽かつたのである。

總べて物は、同體積の水の目方より軽いものは、これを水の中に入れると浮くのである。

2. 木片を水中に入れると浮くこと

これは兒童が日常經驗してゐることである。

これに就いても先に櫻の木片の五センチ立方のもの目方と、水の五センチ立方の目方とを比較した場合に判つてゐる通り、櫻の木片は同體の水の目方より軽くあつたのである。従つて木片は水に入れると浮くのである。

3. 石、鉛を水中に入れると沈むこと

これも兒童が日常經驗してゐることである。

先の實驗に於いて、五センチ立方の蠟石及鉛の目方は、同體積の水の目方より重かつたことが判つてゐる。

一般に物を水の中に入れてた時、そのものと同じ體積の水の目方よりも、その入れた物の目方の方が軽い場合には浮び、重い場合には沈み、同一の場合には水中の何の部分にでも懸つてゐる様になるのである。

4. 氣體が水上に浮かみ上ること

ピーカーに水を入れて置いて、ガラスの細管の一端をこのピーカーの水の中に入れ、他端を口にくはへて空気を吹込むと、空気は泡になつて水中を昇つて水面に浮み上ることが判る。

これによつて空気は同體積の水の目方よりも軽いことが判るのである。水が沸騰する時水蒸気が泡になつて水中を昇るのも、亦同體の水の目方よりも軽いからである。

總べて氣體は、同體積の水の目方よりも著しく軽いものである。

第三十九課 光

教材選擇の趣旨及び主眼點

發光體及び光の直進することについて教へ、透明體、不透明體並びに陰影に

就いて知らしめるのが主眼である。

教具及び準備

教師 暗箱

兒童 線香、マッチ、小孔を穿つた厚紙

教材の解説及び取扱上の注意

一、發光體

紙、木片、石等は明るい所に於いてはこれを見ることが出来るが、暗い所へ入ると見ることが出来なくなる。

然し、蠟燭の火、炭火等は暗い所に入れてもよく見ることが出来る。

此の種のことは、兒童が日常の經驗上、既知の事實である。

前者は自分から光を發せないで、他の光を受けてそれを反射して、それが人の眼に入つて見えるのであるが、後者は自から光を發し、その光が眼に入つてそれで見えるのである。

だから前者は明るい所ではこれを見ることが出来るが、一度暗所に入れると見ることが出来なくなるのである。

後者の様に自から光を發する物體を發光體と稱するのである。發光體には燭火、炭火の外、電燈、瓦斯燈、太陽等がある。

二、光の直進すること

光は發光體から四方八方に擴がつて進んで行くのであるが、その進み方が何んな形をして行くかを調べて見る爲に、太陽の光を反射鏡で暗室内に採り入れるか、或は反射させた光を暗箱の中に入れてその進路を観察せしめるがよい。

然る時は、暗箱の塵埃が照されて光り、その進路が直線をなすことが明かに認められる。

太陽の光が直進することは、兒童が朝床から起き出た時等によく認めることである。

即ち戸の隙間から差込む光の直進してゐること、或は戸の節穴から入つた光が床の間の壁まで進んで行く進路が直線をなすこと等である。

このことは更に教師用書に示してある様な實驗でも證明が出来る。即ち小孔を穿つた厚紙を、火をつけた線香と眼との中間に支へ持つのである。

此の際この小孔を通して線香の火の見える時は、何んな方向でも必ず孔が線香の火と眼とを連ぬる直線の上にある場合である。

このことでも光は直進することを兒童自身に確めしめることが出来る。
應用問題

1. 蠟燭に點火して、これと目との中間に本を持つて來ると、蠟燭の火が見えなくなるものは何故であるか。
2. 走つて行つた人が道の曲り角を廻るともう見えなくなるのは何故であるか。
3. 大砲や鐵砲の照準は何故に役立つか。
4. 竹などが曲つてゐるか直ぐであるかをためすに、眼で一方の端から他方の端を見通して見るのは何故か。

三、透明體、不透明體

光の進路に板壁の様なものがあると、光はそれに當つてそれより前は進むことが出来ない。然るにガラス、水、空氣の様なもの光の進路にある場合には、光はよくこれを通して進んで行くことが出来る。

前者の様に光を通さない物體を不透明體と言ひ、後者の様に光を通す物體を透明體と名づける。尙ほスリガラス、半紙、油紙の様な物質は光を半ば透し半ばは遮るから、この種の物體を半透明體と名づけるのである。

四、影

日向に立つと自分の影が地上にうつる。電燈の下に本を持つて行つてその下に手を出して見ると電燈の照さない部分があることが判る。

この様に、光の進路に不透明體を置く時には陰影が出来る。

この陰影の出来る譯は光が直進するからであつて、その進路に不透明體がある時には、これに當つた光は、遮られてこの物體の裏の方へは進むことが出来なくなるからである。

若し光が直進しないならば、不透明體の裏面も曲り込んで照すから此所も明るくなる譯であつて陰影は出来ない筈である。

陰影は不透明體の場合に生づるのであつて、透明體の裏面へは、その物體を透した光が進んで行くから、陰影は出来ないのである。

これと同一理由からして半透明體にも亦明瞭な陰影は出来ぬのである。

第四十課 水晶

教材撰擇の趣旨及び主眼點

兒童の最もよく知つてゐる水晶を結晶礦物の一例としてその形状、性質を知らしめ、併せて一般石英の性質を知らしめるのが主眼である。

教具及び準備

教師 各種の水晶、燧石、瑪瑙、水晶産出の狀態を示す掛圖、アルコールランプ
兒童 水晶、水晶の結晶模型、ガラス板、石英

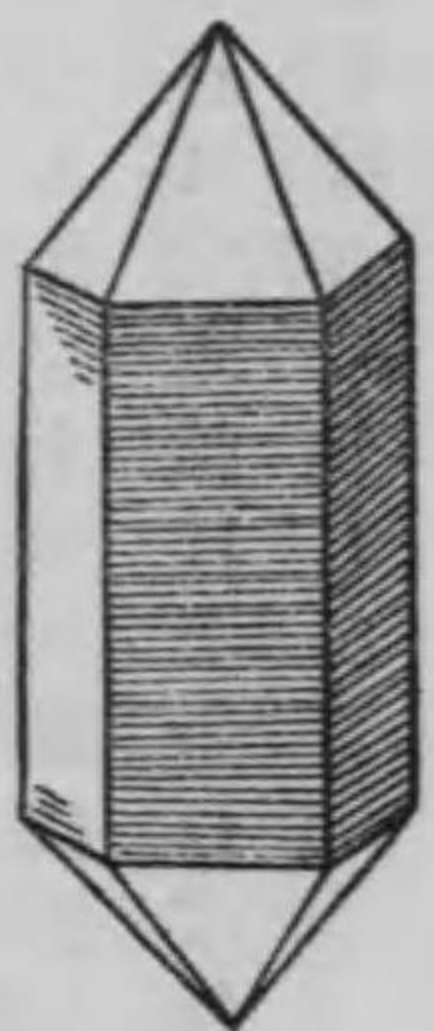
教材の解説及び取扱上の注意

一、水晶

1. 形状、性質

今水晶の結晶を兒童に示してその形状を観察せしめたならば、其の形に一定の規律のあることを發見せしめることが出来るであらう。この様に一定の規律ある形状をなして自然に産出する場合に、その形状を礦物の結晶と言ふのである。

水晶の結晶したものは、俗に六方石と稱せられてゐる物であつて、六角の柱の頂に六個の尖つた面を戴いてゐるのであつて、六角柱と六角錐との集合したものと考へることが出来る。然し中には六角柱の兩端が尖つて錐状をなしてゐるものもある。



水晶の結晶
六角柱の上に六
角錐を戴いてゐ
る

水晶の結晶を更に細密に調べたならば、六角柱の面に數多の横線のあることを認めることが出来る。この横の條線は、水晶が結晶する以前液體であつたものが、結晶する際動搖して生じたものと考へることが出来る。

若し水晶を金槌等で強く打つて破碎する時には、その割斷した面が凹陷して而も幾重もの輪狀の曲線を現すであらう。この様なものを介殼狀の斷口と名づけるのである。

2. 色

水晶は、其成分は硅素と酸素との化合物即ち硅酸である。通常無色透明であつてガラスの様である。

然しガラスとは次の様な諸點に於いて異なつてゐる。

唇に水晶を觸れると、ガラスを觸れた時より著しく冷なる感を感じる。

又水晶は、ガラスより硬いから、水晶の破片を以つてガラスを傷つけることは出来るが、ガラスの破片で水晶を傷つけることは出来ない。

水晶をアルコールランプで熱しても仲々熔けないが、硝子は熔ける。

水晶は、弗化水素の外、他の酸類に浸されることなく、又苛性ソーダ或は苛性カリに遇つても、高温に到らなければ作用せられることはない。

先づ大體以上の三點に於いて見別けることが出来る。

水晶は元來純粹であれば無色透明であるが、不純である時に色々な名稱の水晶を得るのである。

紫水晶。紫色を呈した美しい色の水晶であつて、中にマンガン鏽を含有してゐるものである。

水入水晶。外觀上水晶の内部に清水の入つてゐる様に見える者であつて、これは炭酸瓦斯の液状をなしたものの、或はその瓦斯を含んでゐるものである。草入水晶。外觀上草の入つてゐるやうに見えるものであつて、これは綠蘚

石電氣石、輝安鏽、黃鐵鏽等を含有してゐるものである。

黒水晶。黒色を呈したものであつて、炭素化合物を含有してゐる者である。

煙水晶。煙の入つてゐる様に見えるもので、少量の有機物が混じて居る爲である事もあるが、通常は石墨を含有してゐるから、此色を呈するのである。

3. 硬さ

水晶は硬度七度であるから、極めて硬くて鋼鐵にも傷をつけることが出来る。鋼鐵と相打つたなれば火を發する。往昔マッチの無かつた頃には、石英の一種である燧石と鋼鐵とを打ち合せて、發火せしめたものである。

燧石で火を出す實驗は、古い小刀か何かを使つて實際に發火せしめ、これをホクチに移して見せたらよからうと思ふ。凡そ總べての鏽物には、硬い軟いの性質が定まつてゐて、而もそれは鏽物の種類によつて其の度を異にしてゐる。鏽物を鑑識する上からこの硬度を知る必要がある。モース氏は次の十種の鏽物を選んで之れが標準を作つたのである。之れをモース氏硬度計と言ふのである。

滑石、一度 石膏、二度 方解石、三度 螢石、四度 磷灰石、五度 正長石、六

度 石英、七度 黄玉、八度 銅玉、九度 金剛石、十度

右の中滑石は最も軟かなものであつて、滑石と石膏は吾人の爪でも容易に傷をつけることが出来るが、方解石及び螢石になると最早爪で傷をつけることは出来ないが小刀でならば傷つけることが出来る。それから以下は鋼鐵よりも硬いものであるから無論小刀でも傷つけることは出来ない。鑛物の硬度は、以上の諸鑛物を標準としてこれに比べて定めることが出来るのである。

4. 産出

水晶が天然に産出する形態は、數多の結晶が岩石の間或は鑛脈の中に簇生してゐる。

二、石英

硅酸から出来てゐる鑛物を總稱して石英と云ふのである。水晶は石英の一種であつて、結晶形の明瞭なものを言ふのである。

石英は地球上に極めて多量に存在するもので、吾人の周圍に最も普通に眼に觸れるものは結晶した水晶よりも、非結晶状態に於ての石英が多いのである。

石英の成分となつてゐる硅酸は、地殻の半分の重量を占めてゐると云はれる程澤山存在するものである。

石英の一種であつて非結晶性のものの様に見えるが、その實これを顯微鏡で見ると極めて微細な結晶の集合體であるといふことが判るものがある。

これは瑪瑙である。

瑪瑙は、玉髓と普通の石英とが交互に相重なり合つて美しい縞目を現してゐるものである。

玉髓は、透明或は半透明であつて、多少蠟光澤を有してゐる、色は、白、灰、褐、青等がある。

燧石、殆んど不透明で通常暗灰褐色である。其の割れ目は介殼狀の斷口をなしてゐる。

稜縁が鋭く尖つてゐるから、古代の鍬、斧等を作り、又燧石に使用したのである。

石英には、其等の外に乳石英、紅石英、鐵石英、砂金石、貓睛石等がある。

三、用途

水晶は、印材、腕飾、緒縮玉、飾玉等に使い、又昔はこれで凸レンズを作り眼鏡に用いたのである。

石英はガラス製造の原料として大切なものである。

瑪瑙、玉髓等は色々の装飾品として使用せられるのである。

石英からは硬ガラスを作つて化学実験用のフラスコ、試験管等に使う。

第四十一課 方解石

教材選擇の趣旨及び主眼點

方解石の性質形狀を知らせ、併せて石灰石の性狀と用途を授けるのが主眼である。

教具及び準備

教師 方解石の結晶及びその結晶模型

兒童 方解石の結晶、大理石、石灰石、ガラス、小刀、鹽酸

教材の解説及び取扱上の注意

方解石の結晶

一、方解石

1. 結晶

方解石の結晶の最も普通なものは、マッチの箱を斜に押しつぶしたやうな形をしてゐる。

2. 劈開

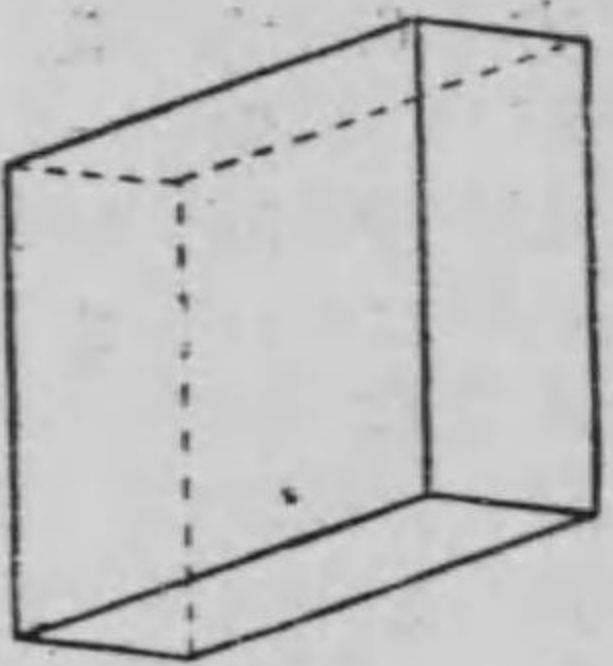
方解石を打碎くときは、此の晶面に沿うて三方に分割し、其の一個一個は矢張り元の結晶形と同様の形をしてゐる。このことを方解石は劈開が完全であると言ふ。

3. 色

方解石の純粹なものは無色透明であるけれども、種々な不純物の混じてゐるものは、黄色、褐色、黒色等を帯んでゐる。

4. 二重屈折

方解石の純粹なもので、無色透明なものをとつて、文字等の上に置くと、二重屈折の現象を認めることが出来る。この理由は兒童には難解であるが、要す



るに次の様なことである。

方解石に一條の入射光線を送ると、この光線は二條に分かれて屈折する。即ち其の内の一條は通常の光線の様に、反射屈折共にその法則に従ふのである。所が他の一條は別の法則に従つて反射屈折をするのである。其所で前者の様な常光線と後者の様な非常光線とが同時に吾々の眼に入ることになるので、一條のものが二重に見えるのである。

5. 硬さ

方解石は硬度三度であるから、小刀で容易に傷つけることが出来る。

6. 酸に溶ける

方解石の小破片を鹽酸の中に入れるか、或は鹽酸を方解石に塗つたならば、盛に泡立つことが判る。これは方解石が鹽酸に溶けて、炭酸ガスを出したのである。

二、大理石、石灰岩

1. 大理石

結晶した方解石の集塊から出来てゐるものは大理石である。然しその結

晶は極めて小さくあるが、大理石を打砕いた新しい面をルーペで觀察せしめたならば、先に授けた方解石の結晶の形狀を思ひ起して、所々に方解石の結晶と同形の部分が現れてゐるのを認めることが出来るであらう。

大理石には純粹で雪白をしてゐるもの、及び不純物のために赤色、褐色、黄色、綠色、黑色、白色等の種々の色が相混じて美しい模様を現してゐるものがあるから、裝飾用として用ひられる。

2. 石灰岩

方解石と同質の炭酸カルシウム、シユウムの凝塊であつて、非結晶質のものである。色は黒、灰褐、白等種々のものがある。黒色を呈してゐるものは炭素を含むものであつて、鐵を含むものは赤褐と、硅酸苦土を含むものは青い色をしてゐる。

石灰石は爪では傷付けることは出来ぬが、小刀では容易に傷つけることが出来る。

鹽酸を注ぐと、溶けて鹽化石灰となり、炭酸瓦斯を出すことは、方解石と同様である。

成因に就いては、主として水棲動物の遺骸が水底に沈積して出来たものと考へられる。

石灰岩は往々大きな山脈を構成して、地球の各所に分布してゐるものである。我が國でも陸中、武蔵、美濃には、石灰石で出来た山がある。

元來雨水の中には、炭酸瓦斯其の他の酸類を多少含んでゐるから、雨水が石灰岩の罅隙から流れ込むと、次第に石灰岩を溶かして水と共に持ち運んで、永い年月の間には大きな洞窟を生ずるものである。これを石灰洞と云ふのである。

石灰洞の中には、その上壁に氷柱状のものが垂下することがあり、その下底には筈状のものが隆起してゐるのを見ることがある。これは一度雨水に溶けた石灰石が石灰洞の上壁まで来て、極めて少量の石灰を此所に沈澱し、滴下した所には又少量づつ沈澱して、これが永い年月の間には、終に上壁とその下底に隆起した石灰岩の沈積物を作つたのであつて、前者を鐘乳石と云ひ、後者を石筈と唱へてゐる。

石灰石は焼いて石灰を作り、セメントの原料ともする。石灰は肥料にし、壁、

漆喰、タタキ等に使用する。

石灰岩を原料として作つたセメントは、コンクリート、ベトン、モルタル等に使用する。

第四十二課 黄鐵鑛・黄銅鑛

教材選擇の趣旨及び主眼點

分布の廣い金屬鑛物で、而も結晶形の明かな黄鐵鑛と黄銅鑛の性狀を知らしめ、その成分、產出状態を授けるのが主眼である。

教具及び準備

教師 黄鐵鑛、黄銅鑛の結晶、及びその結晶模型、同上小塊、石英等と集つてゐるもの、金粒、白金線、硫酸

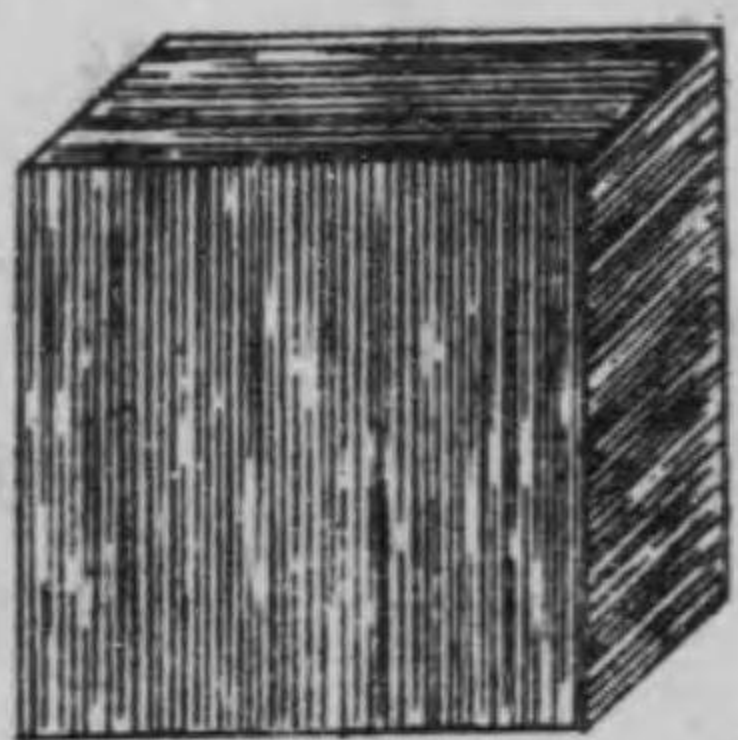
兒童 黄鐵鑛、黄銅鑛の結晶、實驗用の黄鐵鑛、黄銅鑛小塊、筆洗、條痕板、代用、ピンセット、アルコールランプ、小刀、鐵槌、鐵板

教材の解説及び取扱上の注意

甲 黄鐵鑛

一、結晶

黄鐵礦の結晶



立方體の結晶をするものが最も普通である。然し中には八面體又は五角形の集合した形(五角十二面體のものもある。そして立方體の各面には並行した條線があつて、一つの面とこれに接してゐる他の面との條線の方角は互に直角をなしてゐる。これは水晶の結晶の柱の面にあるものと同様の理で出来たものであつて、結晶面

の動搖的連品である。

二、硬さ、脆さ

黄鐵礦の硬さは六度乃至六・五度であるから、水晶より軟かいがガラスよりは硬い。従つて黄鐵礦は、水晶で傷つけられるが、ガラスには傷をつけない。

金槌で打つたならばぼろ／＼に碎ける、非常に脆い礦物であることは實驗せしめるがよい。

三、色、光澤

色は黄色であつて、真鍮の様で又黄金の様な光澤がある。

四、條痕

筆洗の裏へ實驗用の黄鐵礦で筋を引かせて見ると、その色は黒褐色を呈してゐる、斯くする事を條痕を調べると云ふ、要するに礦物の粉末の色を言ふのである。

五、成分

黄鐵礦は鐵と硫黄との化合物であつて、硫化鐵と稱するものから出来てゐる。黄鐵礦の中に硫黄の含まれてゐることは、黄鐵礦をピンセットで挟んで焼かせてその臭を嗅がせて見るか、或はその粉末を試験管に入れて下から熱してその臭を嗅がせると判る。

六、黄金との區別

黄鐵礦は色が黄金に似てゐるから、兒童はよく金と誤るのである。然し左記の事項に照してその異なる點のあることは明かである。

- 1 黄鐵礦の條痕は黒褐色であるが、金の條痕は金色をしてゐる。
- 2 金は焼いても變色しないが、黄鐵礦はこれを焼くと黒色となる。
- 3 金は黄鐵礦より軟かである。

4. 黄鐵鑛は金より軽るくある。

七、産出状態

黄鐵鑛は、他の硫黄の化合物と共に産し、又石英等と共に岩の隙間等に明瞭な結晶又は塊状をなして産出するのを見る。

時としては、又種々の岩石の中に小さい結晶をなして所々に混在してゐることがある。

その形状は變化しないで成分だけが變化して褐鐵鑛となつたもの(武石)もある。

美しい結晶をしたものを産するのは、出雲の鷲及び鶺鴒、羽後の阿仁及び荒川等の諸鑛山である。

紀伊の飯盛、備中の本山等では採鑛して硫黄をとり、又硫酸製造の原料にしてゐる。

八、用途

鐵を含んではあるが、硫黄を分離する方法が完全に出來ないから、これから鐵をとることは實際にはして居らぬのである。

1. 硫酸製造

黄鐵鑛を焼いて出て來る瓦斯から硫酸を製造する。

2. 其他

ベニガラ、代赭の製造に用ひ、又黄鐵鑛を破碎して積み重ね、水を注ぎ掛けると含水硫酸鐵となりて水に溶解するから、これを集めて蒸發せしめて綠礬を作るのである。

其の色が美しいからそのまゝ、壁に塗り込んで室の装置にする。

乙、黄銅鑛

一、結晶

黄銅鑛の結晶は略三角形をなした面に圍まれて楔形をなしたものが多く石英等と共に美しい結晶形を見ることが出来る。

二、硬さ脆さ

黄銅鑛の硬度は三五度乃至四度であるから、小刀で磨ればこれに傷つけることが出来る。

又この小片を鐵板の上に於いて金槌で打つたならば碎けて粉末となるか

ら非常に脆いことが判る。

三、色、光澤

金に似た色を呈してゐることは黄鐵鑛と同様であるが、黄鐵鑛よりも稍淡いので區別することが出来る。

四、條痕

筆洗の裏面か或は條痕板へ、黄銅鑛の小塊で條を引いてその條痕を調べて見ると綠黑色を呈してゐる。

この條痕によつても、黄鐵鑛との區別はつく譯である。

五、成分

黄銅鑛は、銅と硫黄との化合物である。黄銅鑛の中に硫黄を含んでゐることは、その粉末を試験管に入れてアルコールランプで熱して見ると、出て来る蒸氣が硫黄臭がすることでも判る。

又この中に銅を含んでゐることは、黄銅鑛を粉末としてこれを硫酸に浸し、白金線に附着せしめてアルコールランプの焰の中に入れると、綠色を呈する、これ焰の色は銅を焼いた時度々兒童の見受けた色である。従つてこれによ

つても銅を含んでゐることが判る。

この様にして鑛物の成分鑑別を示すのを焰色反應と言ふのである。

六、黄金との區別

外觀は黄金色であり、黄金光澤を持つてゐるが、次の様にして見るとその黄金と異なることを兒童に知らしめることが出来る。

1. 黄銅鑛の條痕は綠黑色であるが、金の條痕は依然として黄金色を呈してゐる。
2. 黄金は焼いても變色しないが、黄銅鑛は黒色に變じる。
3. 金の硬度は三度であるが、黄銅鑛は三五度乃至四度であるから金よりも稍硬い。
4. 金の比重は一九・三であるが、黄銅鑛の比重は四・三であつて金よりも非常に軽いのである。

七、産出状態

結晶形を明瞭に認め得るものは、石英などと共に岩の隙間などに入つてゐることが多い。

又所謂鑛脈と稱するのは、斷層等で生じた岩石の割目に脈をなして存在するものである。

又鑛層と稱するのは、地層の間に介在してゐるものをいふのである。

下野の足尾は鑛脈をなして産出する例であり。伊豫の別子は鑛層状をなして産する例である。

八、用途

黄銅鑛は銅をとる鑛石の主なものであつて、我が國の銅は主として黄銅鑛からとるものである。

第四十三課 火

教材選擇の趣旨及び主眼點

火は人間の生活に缺くことの出來ぬ大切なものである。従つて化學現象の研究の初歩として、先づ物の燃える状態を普通の火について研究せしめて一般燃焼の事實及び法則を知らしめるのが主眼である。

教具及び準備

教師 和洋兩竈の構造を示す掛圖

ブンゼン燈及び瓦斯ランプの構造を示す掛圖

瓦斯ランプ、七輪

兒童 蠟燭、蠟燭立、廣口瓶、マッチ、ランプのホヤ、線香、白い厚紙、方一寸五分の

ボール紙、試験管、アルコールランプ

教材の解説及び取扱上の注意

一、火が熱と光とを發すること

火を人間が利用することの主な理由は、火が出す熱を使用するためか、光を利用するためか或は其の兩方である。従つて火が熱と光とを出すと言ふことと、火に對して人間の利用する主な理由とを兒童に考へさせて、それを整理することによつて火が光と熱とを出すことを授け得ると思ふ。

即ち竈で燃やす薪の火、七輪、炬燵、火鉢で燃やす炭火は、その熱を人が利用してゐるのであり、石油ランプ、蠟燭、瓦斯ランプ、燈明(種油を燃やす)の火等は、その光を利用してゐるのである。

二、焰

炭火の様に固體そのまゝで燃える場合と蠟燭、石油ランプ、瓦斯、薪等の様に焰を出して燃える場合との燃え方の區別が何うして起るかを授けなければならぬのである。

イ、焰は氣體の燃える時に出ること

教師用書の實驗(三)の代りに次の様な實驗を行つてもよからう。

試験管にアルコール又は石油、又は蠟燭の破片を入れてガラスの細管の口を具へたコルク栓を施し、その試験管をアルコールランプで熱し、ガラスの細管の口から出て来る瓦斯にマッチで点火すると焰を出して燃える。これは試験管の中に入れてアルコール(石油、蠟燭)が熱せられたために氣體になつてガラスの細管の口から出て来たのである。その出て来る氣體に点火したから焰を出して燃えたのである。

このことが判つたならば次の様な問題を兒童に説明させるがよい。

1. 蠟燭の燃えるのは何う言ふ風に説明するか

蠟燭が火のために熱せられて、蠟は今まで固體であつたのが溶けて液體となるのである。その液體となつた蠟は蠟燭の心に浸込んで毛細管現象

で次第に上昇し、更に熱せられて氣體となるのである。そして蠟の氣體となつて心の上昇つた所で燃えてゐるのである。従つて焰を出して燃えて居る位置は心の直上にあるのである。

若し風のために心から氣體となつて昇る蠟が直上に上らず横に靡く時には、焰も亦横様に倒されるのである。焰が様々の形に變るのは氣體となつて昇る蠟が風に依つて様々に吹かれるからである。

2. 石油ランプ、蠟燭等を消して後を嗅ぐと、石油若しくは蠟燭の香のするのは何故か。

今迄石油なり蠟なりは盛に氣體となつて出てゐたのであるから、急に吹き消されても直ちに氣化現象は止まずに暫くは矢張り従前通り氣化してゐるので、それが臭ふのである。

3. 瓦斯ランプにマッチで点火する場合には、マッチを持つて行くと直ちにバットつくが、蠟燭の場合には仲々つかぬのは何故か。

この問題を考へるには當然石炭、瓦斯と蠟の引火點を確かめねばならぬが、此所では寧ろ蠟燭の方はマッチの火の熱によつて蠟が液化し、次に氣化

してその氣體に火がつくのであるが、瓦斯ランプの方は既に氣體になつてゐるものに火をつけるのであるから直ちにつくつと説明してよからう。

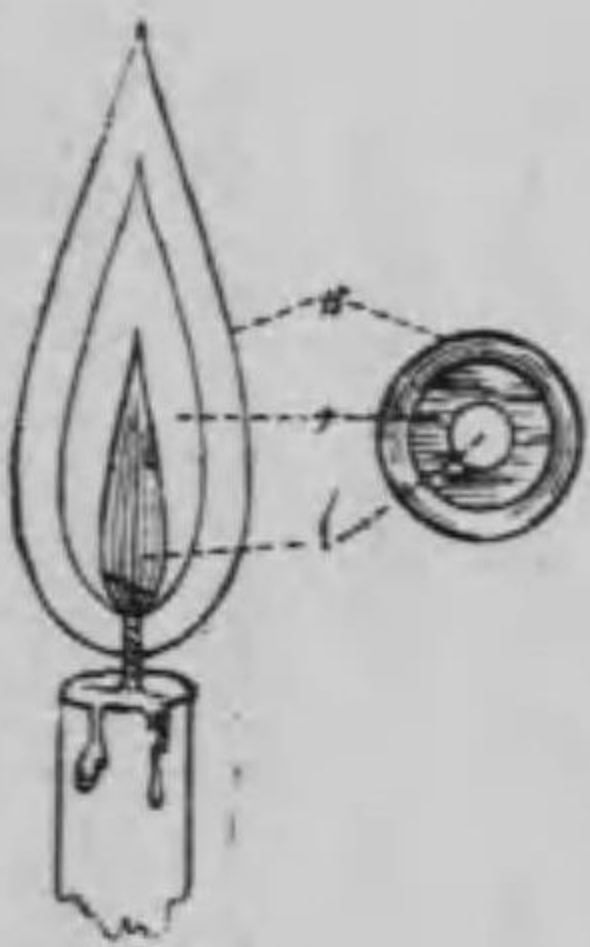
4. 炭火は「固体そのまゝ燃える」と言ふに、青白い焰を出して燃えることのあるのは何故か。

炭火の燃える場合に空氣の供給が不充分であると、一酸化炭素(CO)と言ふ瓦斯體を生ずるのである。この酸化炭素が上昇して燃えて炭酸瓦斯(CO₂)になる場合に青白い焰を出すのである。

一酸化炭素は人間が呼吸すると有毒である。従つて火鉢の中の炭火、炬燵の火等から一酸化炭素のまゝで上つて來るのを吸入するのは有害である、特に嬰兒を育てる場合には注意を要することである。

・ 焰の構造

蠟燭の焰を注視すると三つの部分から出來てゐることが判る。即ち最も内部は暗黒色を呈して居り、次の部分は最もよく光輝を放つ焰の主體部であつて最も外部は光輝が極めて淡くある。白厚紙をとつて蠟燭の焰の



焰の構造を示す圖
ミ未燃部
ナ山焰
ガ外焰

中に瞬間時間平に入れたならば、中央に於いて何等の變化をも見ず次に黒く煤が輪狀につき其の外層が少しく焼けるのを認めであらう。焰の内部の暗黒色を呈してゐる部分は、空氣が此所まで達しないから實際は燃焼してゐないので、白厚紙を入れても全く何等の變化もなく白く残るのであつて、此の部分は未燃焼部と言ふのである。従つて未燃焼部は蠟が熱せられて瓦斯體に變化したまゝで居るのである。

未燃焼部の外輪をなしてゐる部分を内焰と稱し、焰の中最も光輝を放つ部分である。内焰は空氣の供給が稍々不充分であるから、未だ充分に燃えない炭素の部分が残留してゐるのである。この炭素が灼熱せられて光輝を放つのである。内焰の部は還元力があるから、又これを還元焰とも言ふのである。最外部の光輝の淡い部分は、外焰と稱して空氣の供給が充分であるから、炭素等も殆んど全く燃焼し盡してゐるのである。外焰は酸化力があるから酸化焰とも言ふのである。

「備考」

焰の構造から直ちに思ひ當ることは未燃炭素の灼熱せられる内焰の方が

完全に燃焼の行はれる外焰より強い光を放つと言ふ現象であり。又温度の高い外焰部よりは、温度の低い内焰部の方がより強い光を放つと云ふ現象である。

アルコールランプでは硝子を溶かすことが出来るが、蠟燭の火では硝子を溶かすことは出来ない。けれども光の強さは蠟燭の焰の方が強い。ブンゼン燈で空気を充分に供給して燃焼を完全にする場合と、稍不十分に空気を供給して稍々不完全に燃焼せしめる時と、温度は前者が高いが光は後者が強いのである。

焰の光の明暗は可燃物質の密度の大小に依るのであつて、此の場合内焰の中に炭素が未燃のまま存在すると言ふことは、強い光を出す原因となるのである。

石炭瓦斯燃焼の際、光輝を増す瓦斯マンントルは、石炭瓦斯が燃焼する際發する焰の弱い光を電氣燈にも劣らぬ白光を放つ様にするものである。

瓦斯マンントルは一名アウエルバツハ氏マンントルとも稱するものであつて、石炭瓦斯の焰の光は電燈の光に比べて遙に劣つてゐるけれども、瓦斯マンント

ルを掛けると、電燈よりも反つて光の強くなることをアウエル氏が發明したのである。

アウエル氏は千八百八十五年初めて此のマンントルを製造して室内用に供し、後改良を加へて完全に實用に供せられる様になつたのは千八百九十一年十月であつたのである。石炭瓦斯工業にとつてアウエル氏の發明は非常に重大なもので斯業の一大革命期とも云ふことが出来るのである。

現今マンントルを製造するには木綿絲、ラミー絲、人造絹絲の三種を用ひて網を作つて、此れを發光藥硝酸トリウム九十九と、硝酸セリウム一との割合に混合した溶液に浸して焼き固めたものである。

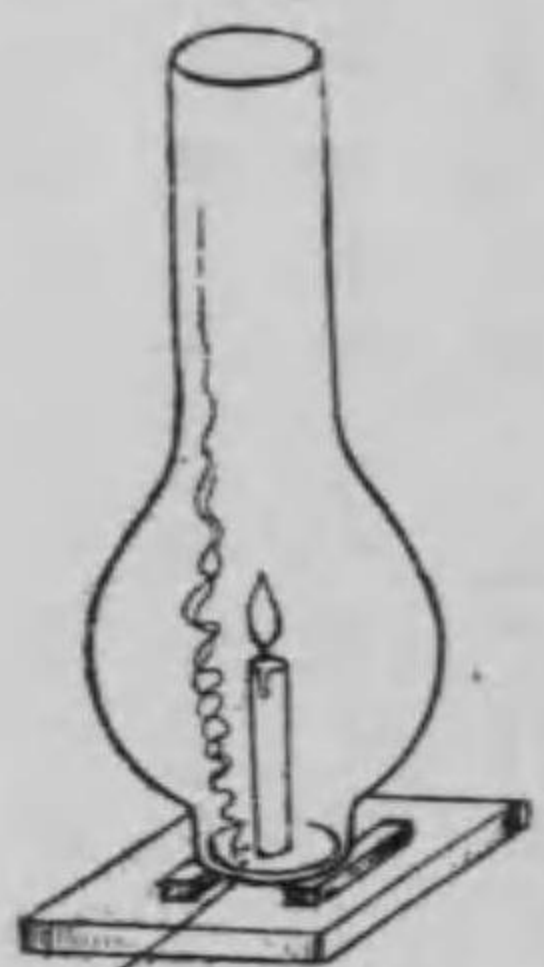
三、火が新しい空気を要すること

次に示す實驗を兒童に行はしめてその理由を考へしめるがよい。

實驗其ノ一

點火した蠟燭を机の上に立て、廣口瓶で全く被ふと蠟燭の火は次第に衰へて暫時にして消えてしまふ。

實驗其ノ二



點火した蠟燭を圖の様にしてランプのホヤで被つて、ホヤの上部に點火した線香を持つて行つて空氣の流れ動く有様を観察せしめる。

次に線香をホヤの下部に持つて行つて、其の邊

の空氣がホヤの中へ流れ込んで行く有様を観察せしめる。

次にホヤで蠟燭全部を被つてホヤと机とを密着せしめて、下部から空氣が流れ込まぬ様にして蠟燭の火を観察せしめる。

次第に蠟燭の火が消え相になつて來たときにホヤを上を持ち上げてホヤの下部から空氣が流れ込む様にしてやつたならば、蠟燭の火が何うなるかを觀察せしめる。

次にはホヤの下部も机に密着せしめ、ホヤの上部をもボール紙で被つたならば、蠟燭の火は何うなるかを觀察せしめる。

以上の實驗に依つて蠟燭の火は絶えず新しい空氣を要すると言ふことに歸納することが出来ると思ふ。

此の法則を得たならば、これを適用して兒童の日常經驗してゐることを解

釋せしめ、且つ新しい器械の發明上の工夫をもなさしめるがよからう。

日常の經驗事項の解釋

△空氣の供給を盛にして燃焼を盛にならしめてゐること。

1. ランプにホヤを用ふること、日本竈には煙突を缺くが西洋竈には煙突を用ひること。

ランプの掃除をする際、金具の網に塵の粘着してゐるのを拭ひとること、及び煙突の煤煙を掃除して拂落すこと。

2. 七輪の内部の構造を説明せしめてその理由を考察せしめること。
ストーブの下の窓の開閉と火勢との關係、及び時々灰を受けてゐる金具を左右に動かして灰を落す理由。

3. 鍛冶屋の鞆、火吹竹、火おこし器、火吹達磨を使用する理由。

4. ブンゼン燈の構造及び使用法

△空氣の供給を斷つて火を消すこと。

1. 火消壺の中に炭水を入れて蓋をすると火の消えること。
2. アルコールランプに蓋をすると火の消える理由。

3. 石油ランプを倒してこぼれた石油一面に火のついた場合に、水をかけても駄目であるが、ぬれむしろ若しくは蒲團で被つて消すがよいと言ふことの理由。

△空気の供給を徐々にして静かに燃焼し、而も火を永く保たしめる工夫。

1. 火鉢の火を灰で被ふこと、炬燵に藁灰を澤山入れること。
2. ぬる火で物を永く煮る場合に、七輪の下の口の戸を細目に開けて置くこと。

「備考」

燃焼に就いて學説の變遷。

火は昔から人の疑問とするものの一つであつた。遠く太古の時代は靈的な一種の存在物としてこれを信仰の標的ともし、又神ともして崇拜することさへ行はれてゐたのであつて、現今も尙ほ火祭の儀式は其の名残りを止め、野蠻人の或る種類の者の間には火を拜する所謂拜火教なるものも行はれてゐると言ふことである。

然るに十七世紀に入つてジュタール一派の學者がフロヂュストン説(燃素説)

なるものを提唱したのである。即ち燃素説に依ると燃素と稱する一種の靈妙奇怪なる物質が其の物から逃げ去る現象が火燃焼現象であるとしたのである。この説は西暦一千六百五十年頃から凡百年の間歐洲の學界を支配してゐたのである。硫黃、磷、炭、水素等の様な可燃燒物質は燃素に富んで居り、土灰等は燃素を缺いてゐる物だと考へたのである。鐵を放置すると徐々に燃素を失つて一種の灰即ち錆を残すのである。だから燃素に富んでゐる炭と鐵錆とを共に熱すると炭の燃素は錆と結合して元の鐵を生ずるのであると説明したのである。當時燃素は一種の水素の様なものと考えられてゐたのである。

然るに一千七百七十四年八月一日ゾリーストラー氏酸素を發見するに及んで、空氣中よりも酸素中の方が燃焼現象の盛んであることを見て、これは酸素は燃素を缺いてゐるから燃素の逸出が容易であると説明したのである。従つて酸素を命名して除燃素空氣としたのである。

一千七百七十二年ラザフォード氏の發見した窒素の中では燃焼しないから、これは燃素で飽和してゐて可燃體から燃素が逸出することを許さぬので

あるとして、窒素に名づけるに可燃素空気を以てしたのである。
然るに十八世紀に於いて化學史上著明な一つの大発見が行はれた。それは佛蘭西のラボアジエの酸素説である。

ラボアジエは従來の説明に對して次の様な點に就いて疑問を持つた、即ち物が燃焼すればその物の中から燃素が出て行くから軽くならねばならぬのに、水銀が錆びると重量が増加する、これは今までのフロヂストン説では解釋の出來ぬことである。尙ほ不思議なのは燃焼する場合には何時も酸素を必要とすると言ふことである。これ等の疑問から終に酸素説を唱へ出したのである。かくて先の疑問に就いては次の如く解釋した。

(燃焼せる物質の重量)+(燃焼のための費された酸素の重量)=(燃焼によつて出來た物の重量)

さしにも盛であつた燃素説も、酸素説に驅逐せられて今日に及んだのである。

四、物の燃えるに随つてその物の量を減ずること

經驗事項を整理すれば充分である。即ち炭火は燃えるにつれて小さくなる。

り、蠟燭に火をつけて置けば次第に短くなり、石油ランプの石油も、アルコールランプのアルコールも燃えるにつれて其の量を減するのである。炭火及び木が焼えて後に灰の残るのは、その中の燃焼物質が燃えて燃え得ないものだけが残つたのである。

第四十四課 酸素

教材選擇の趣旨及び主眼點

火が新しい空気を要することを更に徹底的に研究せしめるために、先づ其の基礎として酸素の性質を明かにし、次に空氣の成分を明かにし、かくて空氣中で物の燃えるのは空氣中にある酸素の働きによることを知らしめるが主眼である。

教具及び準備

教師 酸素發生裝置、鹽素酸加里、二酸化マンガン、アルコールランプ、マッチ、水を入れた水槽、廣口瓶、ガラス板、小さい炭、針金、ガラス鐘、燐、空氣の成分を實驗する裝置、燃燒匙、蠟燭

兒童 試験管で作つた酸素発生装置、鹽素酸加里、二酸化マンガン、試験管挟、
アルコールランプ、水を入れた水槽、試験管、廣口瓶、硝子板、杉箸、燃燒匙、
蠟燭、鐵線、砂、

教材の解説及び取扱上の注意

一、酸素の製法及び捕集

兒童に酸素を発生せしめ捕集せしめること

白紙に鹽酸加里、鹽素酸加里と鹽酸加里とは同一の物である、若干分と、別の白紙に二酸化マンガンを鹽酸加里の三分の二量(分)だけを與へて、別々に觀察せしめ且つ名稱を教へるがよい。

次にこれを混じて試験管で作つた酸素発生装置に入れ、試験管挟で挟んでアルコールランプで熱し、出て来る氣體を水上置換に依つて試験管に捕集せしめるがよい。

捕集した酸素はガラス板を蓋として置いて、杉箸に火をつけて一度燃して消し、直ちに酸素の中に入れて再び盛に燃えることを實驗せしめるがよい。
教師の實驗

素焼のフラスコで作つた酸素発生装置に鹽酸加里と二酸化マンガンとを入れて熱し、出て来る酸素を水上置換によつて廣口瓶に捕集し、ガラス板を蓋として兒童の各組に三本づゝ配布するがよい。

實驗上の注意

1. 藥品の割合 鹽酸加量の百瓦凡そ二十七分(分)から理論上は二十七立半(斗五升)の酸素瓦斯を発生する割合になつてゐるから、其の時の實驗の組數及び酸素の性質を調べるに要する廣口瓶の數等から算出して、藥品の分量を定めるがよい。

二酸化マンガンは只酸素の発生を促進するだけであつて、これを混じた時は鹽酸加里だけの時よりも遙かに容易に酸素瓦斯を発生するのである。(鹽酸加里だけを試験管に入れて熱すると熔融して後酸素を発生するのであるが、此の場合には鹽酸加里に含まれてゐる酸素の三分の一を出すだけであつて、残りの三分の二を発生せしめるためには試験管が溶解する程度まで熱しなくてはならぬのである。然るに二酸化マンガンを混ずると頗る容易に低温度で酸素全部を発生させることが出来るのである。)

二酸化マンガンの量は實驗者に依つて多少異なつてゐるが、鹽素酸加里の重量の三分の二位が可である。

此の二つの混合物を熱するだけでも酸素瓦斯を發生するけれども、其の發生が餘りに急で捕集に困難を來すことがあるから、右混合物と同體積の清淨な砂を混じて緩和するのが便利である。鹽酸加里に粉狀のものと塊狀をしてゐるものがあるが、塊狀をしてゐる方のものを用ひる場合には乳鉢へ入れて粉末として後用ふるがよろしい。

2. 二酸化マンガンの塊狀となつてゐる場合にも乳鉢で碎いて用ふるがよい。薬品の乾燥 混合劑の中に水分を含んでゐると、フラスコ内で熱する場合にフラスコの上部に凝結して水滴となり、下部の熱せられた部分に滴下してフラスコを破り實驗を失敗することがあるから、鹽酸加里、二酸化マンガンを、砂を別々にとつて蒸發皿に入れ、下方から徐々に熱しながら硝子棒で攪拌して完全に乾燥して置くがよろしい。

混合劑の中に木片、木炭、封蠟の様なものも混在してゐる時には、フラスコの中で火花を發しフラスコを破壊することがあるから、豫め注意して除去し、又

藥瓶の口を開くに當つても此等のものの落下しない様に心懸けることが大切である。

3. 装置の作り方、容積半立即ち二、三合入りの素燒のフラスコ(或は圓底フラスコ)を取つて、其の口よりも稍大きいゴム栓を選んでこれに硝子細管より稍小さい孔を穿つて丸罐で適當の大きにし、三十度位屈曲した硝子管を挿入した栓をフラスコに氣密に嵌め込むがよい。其の氣密であるか否かを見るためには、導管の口を吹いて息の漏るか何うかを檢するがよい、もし氣密でないならば再び作り換へる勞をとらなくてはならぬ。決して蠟、髮附等を塗つてはならぬ。

4. 酸素の捕集方法 以上の様にして得た瓦斯發生装置に薬品を入れ、斜に置いて金網を隔て、焰を廻し乍らフラスコの底を一樣に温め、漸次底部を強く熱するがよい。導管を水中に導くと氣泡が出るけれども、最初に出て來る物は多くはフラスコ内にあつた空氣であるから逃散せしめ、氣體の發生が一時止んで後再び盛に出る様になつてから、廣口瓶又は瓦斯貯槽に捕集するがよい。捕集を終つたならば導管を水中から引上げた後でなければ加熱す

ることを止めてはならぬ。若し導管が水中にある間に熱することを止めたために温度が低下すると、瓦斯が収縮して水が逆流し、フラスコを破壊し大なる危険を醸すことがある。

二、酸素の物理的性質——無色、無味、無臭の氣體

酸素の物理的性質に就いては實驗するまでもなく兒童の觀察してゐる事項に就いて觀念を纏めて置けばそれで充分である。

此所に注意を要することは酸素發生の際鹽酸加里が同時に伴ひ來つて廣口瓶の内に曇りを生ずることである。従つて捕集瓶の曇りから酸素そのものの性質を誤解させない様に或はその誤解をとり去るために深い水中を通して洗滌された瓦斯を觀察せしめるのもよからう。

三、酸素の化學的性質

1. 空氣中よりも酸素中では物がよく燃えること。

酸素の性質の中で最も大切な事項であり且つ興味もあり又大した危険もないから、兒童に次の様な實驗を選んで行はしめるのがよからう。

△杉箸の餘燼を酸素中に入れしめること。

杉箸の一端に火をつけて後吹消し、其の端に炭火の残つてゐる間に酸素の中に入れると杉箸は再び焰を擧げて燃える。

△蠟燭を吹消して直ちに酸素の中に入れしめること。

燃焼匙に挿した日本蠟燭に火をつけたのを吹消して後直ちに酸素を充たしてゐる瓶の中に入れると再び盛に燃える。

△木炭に火をつけて酸素中に入れしめること

消炭に火をつけて燃焼匙に載せて酸素を満たした廣口瓶に入れると、火花を散らし光輝を放つて燃える。

2. 空氣中では容易に燃えない物でも酸素中では燃える

△鐵を酸素中で燃やさしめること、

細い鐵線一尺五寸位を取つて、サンドペーパーで研磨して錆を除去し、二三本に切つて、より合せて其の一端を硫黃の溶液の中に入れてこれに硫黃をつけ、他の端を厚紙に通してこれに取りつけ、一方酸素を満たした稍々大型の廣口瓶の底に少しく砂を入れ、鐵線の端の硫黃に點火して酸素の中に入れると、硫黃が先づ燃え、次に鐵線も盛に燃えて松葉花火の様に火花を散し

て美事に燃焼する。廣口瓶の底に少しく砂を入れるのは、鐵が焼けて飛ぶのが底に落ちると瓶を破ることがあるからこれを防ぐためである。

3. 燐の燃焼

燃焼匙に小さい燐の一片を載せて置いて、これにアルコールランプで熱した鐵線の一端を觸れると、燐は白い煙を出して燃える。

更にこれを酸素を充たした廣口瓶の中に挿入すると、燐は一層盛に燃えて白い煙を出し、非常に強い光を出すことが判る。

この白煙は燐が酸素と化合して出來た五酸化燐(無水燐酸)であつて、極めて水に溶け易い性質を持つたものである。

「備考」 酸素の利用

酸素が液體空氣から容易に得られる様になつてから、近年其の用途が著しく開けて來たのであつて、その主なるものを擧げると次の通りである。

1. 金屬鎔接 金屬と金屬とを接合するには、一管からは酸素を他管からはアセチリン瓦斯、又は水素瓦斯を導いた吹管を用ふるのである。吹管に點火すると兩氣體は火口で相混じて焰が噴出するのである。此

の焰を鎔接すべき兩金屬の間に當て、金屬棒を其の間に持つて行くと金屬棒は少しづつ溶けて兩金屬を接續せしめることが出來るのである。

2. 金屬截斷 アセチリン瓦斯と酸素との焰を用ひると、金屬の厚い薄いに拘らず極めて速かに截斷することが出來る。

厚さ十ミリメートルの鐵板一米の長さを截斷するに五六分間で出來、五十ミリメートルの鐵板長さ同じく一米を截斷するに六七分間、厚さ百ミリメートル長さ一米の鐵板は八九分で截斷し得ると云ふことである。

3. 其他、酸素療法、炭坑爆發の際の救助用、白金細工、鑄物仕上、潛航艇等に用ひる。

四、空氣の主な成分

空氣の成分を知らしめるには、教師用書の二百十八頁實驗(四)(五)にある様にガラス鐘の中で燐を燃やして無水燐酸を作り、此の無水燐酸が極めて水に溶け易い性質を利用して、無水燐酸をメタ燐酸若しくは燐酸となし、空氣中の酸素を使い盡したら、全容積の五分の一だけガラス鐘内に水の上昇することから、空氣中の全容積の五分の一は酸素で、残りは主として窒素であることを知

らしめるがよい。

教師用書の實驗(五)に依つて空氣中から酸素を除き去つた残りの物質は、蠟燭の燃焼を助けないことが判る。この物質は主として窒素であるが、其の外にアルゴン、クリプトン、ネオン、クセノン、ヘリウム等が極少量混在してゐるし、尙ほ炭酸瓦斯、亞硫酸瓦斯、一酸化炭素、水蒸氣、塵埃をも混合してゐるのである。其の主な物の容積のパーセンテージは、酸素二〇・六六%、窒素六六・九五%、アルゴン其他二・三九%と言ふ割合である。

五、燃焼に新しい空氣の必要な理由

空氣中に含まれて居る酸素は全容積の五分の一である。凡そ五分の四の容積を占めてゐる窒素其の他のものは燃焼を助けないものである。火の燃えるに新しい空氣の必要であるのは、この全容積の五分の一を占めてゐる酸素が物を盛に燃焼せしめると言ふ働を有するからである。

空氣中の燃焼よりも酸素中の燃焼の盛な譯は、空氣中には助燃性のない窒素等を五分の四も含んでゐるからである。

六、空氣は混合物である——混合、化合

空氣は混合物である。何となれば、酸素、窒素其他の物質を空氣の成分と同じ割合に混ぜると空氣と同一の物を生じ、何等化學的變化を起さない。又、化合物なれば酸素、窒素等は原子量又は其の倍數比で存在してゐる可きであるのに、實際は然らずである。空氣が液體に溶け込む時の割合は、空氣中の酸素、窒素等の割合と等しくなくて、各單體の溶け込む度に從つて溶解するのである。又液體空氣が蒸發する時、窒素の大部分先づ氣化して後、酸素が氣化するのである。

以上の事實から歸納して空氣は混合物であると言ふことが出来る。

一般に混合物とは、二つ以上の物質が合したもので、出來上つた物質の中に元の物質は各々其性質を失はないで其儘混つてゐるものである。例へば酸素と窒素との混合物なる空氣の中には、酸素は矢張り元の酸素のまゝの性質で入つて居り、窒素も元の性質を持つたままである。

混合物に對して化合物と言ふ言葉がある。化合物とは二つ以上の物質が合さつて、元の物質は各々その性質を失ひ元とは違つた全然新しい物質が出來た場合を言ふのである。例へば酸素と水素とを合せて(水素を燃やして)水

を生じた場合、水は水素の性質も酸素の性質もなく全く新しい性質を具へてゐる水であるのである。

五、空氣の利用

空氣は吾々の生活に非常に關係の深い物で、之れなくては寸時も生存することは出来ぬのである。大人は二十四時間に酸素六百立を費すから、一ケ年には二百十九立方米となる割合である。地球上の人口を十五億と假定すると、一ケ年に要する酸素の量は三千二百八十五億立方米となるのである。地球上の空氣の體積は、四の次へ十八個零をつけただけ立方米、即ち四百京立方米あると言ふから、植物の同化作用で酸素が回復せられることがなくとも、空氣中の酸素の全量の千分の一を費すには、二百四十四年を要する計算になるのである。

空氣はこれを液體にすることが出来て以來、石灰粉末と共に綿に浸濕せしめて、ダイナマイトの代用品として鑛山に利用せられ、液體空氣が氣化する際の寒冷なるのを利用して起寒劑とし、又醫療用として外科に應用し、切開術に使用する。又液體空氣から多量に酸素、窒素を得ることが出来るからこれ

がためにも多量に使はれるのである。

近來空中窒素を電氣爐の中で炭化石灰に吸収せしめて、石灰窒素と稱する窒素肥料を製する事業が盛に行はれてゐる。

第四十五課 炭酸ガス

教材選擇の趣旨及び主眼點

炭酸ガスの性質を教へ、且つ炭及び木の燃えるとき炭酸ガスを生じることが知らしめるが主眼である。

教具及び準備

教師 火鉢、炭火、スポイト、石灰水、試験管、鐵皿、木片、廣口瓶、ガラス板、マッチ、消火器及びこれの理を實驗する装置

兒童 炭酸ガス發生装置、石灰石の細粒、稀鹽酸、廣口瓶、石灰水、蠟燭、試験管、火鉢、炭火、スポイト、鐵皿、木片、ガラス板、マッチ

教材の解説及び取扱上の注意

一、炭酸瓦斯の發生捕集

炭酸瓦斯の實驗は簡易な装置で、且つ殆んど危険を伴はずに容易になし得るものが多いから、これを兒童に實驗せしめるがよからう。

1. 炭酸瓦斯の發生

炭酸瓦斯發生装置に石灰石片を入れ、稀鹽酸を注ぐと泡立つて一種の氣體が發生する。この瓦斯を導管に依つて廣口瓶に導き、下方置換で捕集するこゝとが出来る。瓦斯が廣口瓶に満ちたか否やは、瓶の口に蠟燭の火又はマッチの火を近づけて見て、若し消える様であれば充滿したのであるから、他の廣口瓶と取り換へ、瓦斯の満ちた瓶にはガラス板で蓋をして置くがよい。

2. 炭酸瓦斯發生装置の作り方

工夫すれば色々出来るが、フラスコを使ふなれば平底のものがよい、色々の藥品を入れて來た空瓶を使うてもよい。その瓶にシツクリ嵌まるゴム栓(コルク栓でもよい)を求めて、一方には漏斗管を他方には瓦斯導管を通する孔をあけてこれを通し、瓦斯導管には厚紙を適當に切つて通して捕集の際の蓋になる様にして置くがよい。瓶には石灰石片(若し出來れば大理石片を使用するがよい、尤も石灰石も大理石も得難い場合には何の貝でもよいから貝殻を

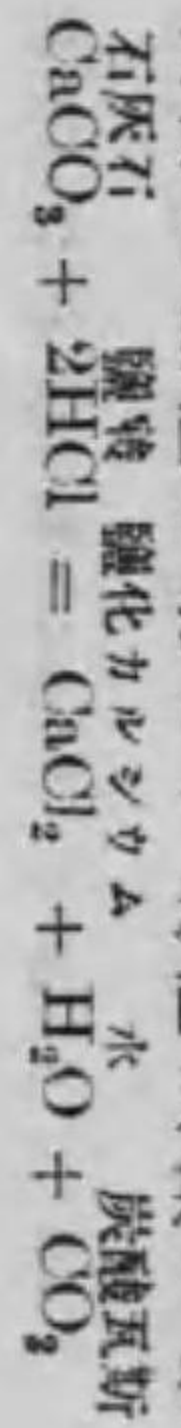
澤山集めて來てそれを碎いて細片として使用するがよい)を入れ、漏斗管と瓦斯導管とを通したゴム栓を嵌め、漏斗管は深く瓶の底に達する位にして置くがよい。

3. 藥品及び瓦斯發生の際の化學的變化

炭酸鹽(石灰石、大理石、貝殻以上炭酸カルシウム)、其の他炭酸曹達、炭酸加里に酸液(鹽酸、硫酸、醋酸)を注げば炭酸瓦斯を發生するのである。然し炭酸曹達や炭酸加里は水に溶けるから、従つて酸液を注いで一時に多量の炭酸瓦斯を得るには都合がよいが、實驗室で漸次に捕集するには不都合である。

石灰石片に硫酸を注いでも最初は炭酸瓦斯を發生するけれども、石灰石(炭酸カルシウム)と硫酸とが作用して生ずる石膏(硫酸カルシウム)は、水に溶解難いものであるから次第に石灰石片の面を被つて終には瓦斯發生を防止する様になるものである。従つて鹽酸に代へるに硫酸をもつてしては、實驗に用ひる程多量の炭酸瓦斯を得られなくなるのである。

石灰石に鹽酸を注いで炭酸瓦斯を得る反應を示すと次の通りである。



此の時出来る鹽化カルシウムは水に溶け易い性質を持つたものであるから、出来次第に水に溶解するのである。

鹽酸は濃鹽酸よりも稀鹽酸を使用する方がよいと言ふ理由も、鹽化カルシウムを溶解し易からしむるためである。

瓦斯を捕集し終つた後の石灰石片は、よく洗濯して一つの器に集めて納め置き、後日の使用に備へるがよい。

二、炭酸瓦斯の性質

無色無臭の氣體であることは、兒童各自が發生せしめ捕集してゐる間に氣附いて居る筈である。

1. 自から燃えない。又他の物の燃えるのを助けない。

捕集瓶に炭酸瓦斯が充滿したか如何かを調べるためにマッチの火を近づけて見ると、充滿して居れば消えることに依つても、自分から燃えもせず又他の燃えるのを助けもしないことは判る譯であるが、更にこれを實驗せしめるには色々の方法がある、其の内の二三の例を示して見ることにする。

イ、炭酸瓦斯の捕集してある瓶の中に、蠟燭に點火して入れると消える。

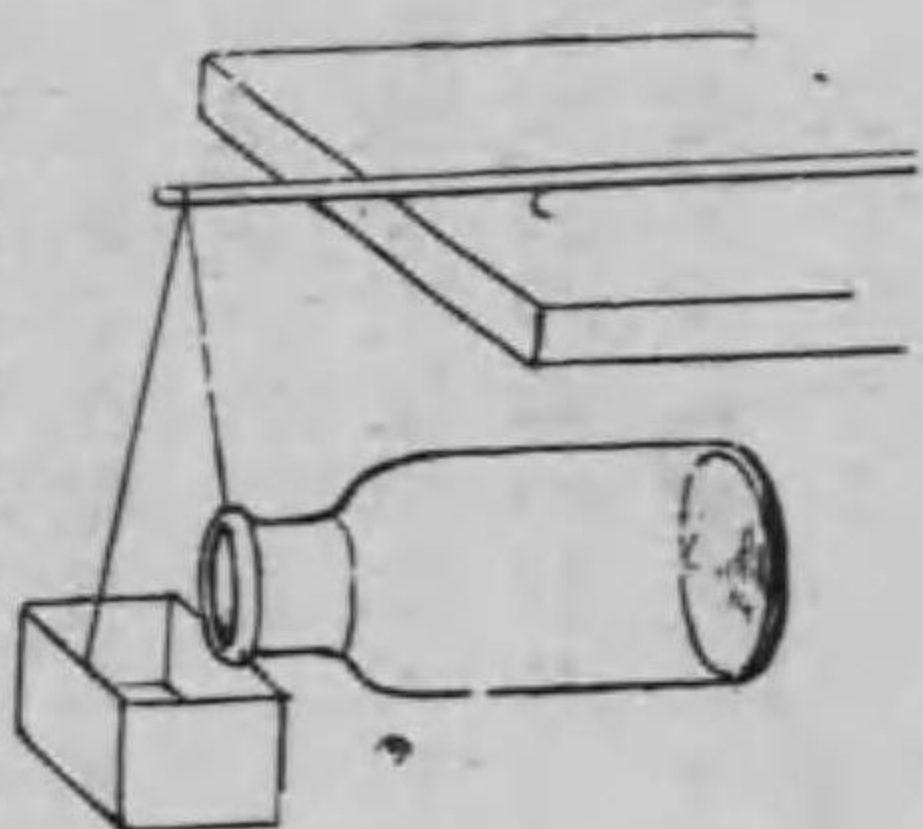
ロ、コップの底に蠟燭を立て、置いて、捕集瓶の炭酸瓦斯を水をコップに注ぐ様にして入れると消える。これは保燃性のないことと同時に空気がより重いと云ふことを示してゐる。更に保燃性なく且つ空気より重いことを知らしめる實驗としては、色々の方法がある。ピーカーの中に高さの相違してゐる蠟燭を三四本立て、何れにも點火して置き、これに炭酸瓦斯發生装置の導管を入れて瓦斯を注ぎ込むと短い蠟燭から次第に消える。

太い竹を眞二つに割つて節を取去り、その一片を斜に樋の様にして置いて、その樋の様になつてゐる竹の上方中央、下方各所に點火した短い蠟燭を立て置いて、大きな捕集瓶に澤山集めた炭酸瓦斯を樋の上端から注ぎ入れてやると、燭火は上方の物から次第に下方の物へと漸次に消されて行くことが判る。

2. 空気より重い。

炭酸瓦斯を捕集する際に下方置換で集めたことでも、前の(ロ)の實驗に依つても炭酸瓦斯が空気より重いことは判る。これを實驗して示すには色々

の方法がある。



イ、極軽い細い木を長さ二尺位に切り、又紙箱に絲の紐をつけて提げ得る

ハ、一つの瓶の炭酸瓦斯を他の瓶へ水を注ぐ様にして注ぎ入れ、後に燭火を入れて見ると先に瓦斯の在つた瓶には今は少しもなく、他方の瓶に注ぎ込まれたことが判る。

炭酸瓦斯は空氣に比較して約一倍半(一・五二四倍)重い。従つて自然界に存

にその釣合を危い状態にして置くのである。紙箱へ靜かに捕集瓶の炭酸瓦斯を注ぎ込むと、瓦斯が箱に充つるにつれて箱の方が重くなり、次第に傾いて終には机の下に落ちるに至るのである。

ロ、天秤に紙箱を載せて一方に分銅を載せ、丁度平衡を保つ様にし、紙箱に炭酸瓦斯を注ぎ入れると

在する炭酸瓦斯(動植物の呼吸及び腐敗、焚火などから生じたもの)は、洞穴、谷間、古井戸等の底に多く蓄積せられて居て、其所に入つて行つた人及び動物は窒息死に至ることがある。古井戸、洞穴等に入る必要がある場合には、豫め炭酸瓦斯の有無を調べて(蠟燭をともして釣下げて見よ)後にするがよい。教室の換氣及び寢室の廣さとその間に休む人數等を注意することも必要であらう。

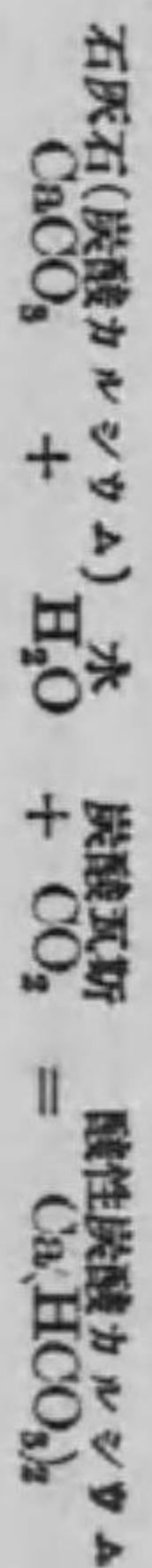
3. 石灰水を白く濁らせること

消石灰を水に溶かして得た上澄の水を試験管に入れ、炭酸瓦斯の導管を試験管に入れると石灰水は白濁する。これは炭酸瓦斯の有無を検出する方法である。此の場合の變化を書くと次の通りである。



然し前の實驗を尙ほ永く續けて炭酸瓦斯を通じてゐると、漸次に清澄になり終には全く白濁しない水になる。これは炭酸瓦斯が水に溶け込んで行くにつれて、炭酸カルシウム(石灰石)が炭酸水に作用せられて可溶性の酸性炭酸カルシウムとなり、水に溶けてしまふからである。即ち其の變化は次の様

である。



然し其の酸性炭酸カルシウムを溶かした水を熱すると、酸性炭酸カルシウムが熱のために分解して炭酸瓦斯を失うて、再び不溶性の炭酸カルシウム即ち石灰石を得るから更に又白濁する。

雨水の中には炭酸瓦斯を溶かしてゐるから、此の水が石灰石を含んでゐる地層に浸み込んで前述と同様の現象を起す場合に、石灰洞、鐘乳石、石筍等を生ずるのである。

又鐵瓶、藥罐等に湯垢の溜るのも同一の理であつて、酸性炭酸カルシウムが水に溶けてゐるのを鐵瓶又は藥罐に入れて熱するため、水は炭酸瓦斯を失つてその底や口に炭酸カルシウム(石灰石)を析出したのである。

石灰で塗つた白壁が乾燥するにつれて石の様に硬くなるのは、石灰水に炭酸瓦斯を通じて白濁すること、同理で説明が出来る。

即ち白壁の塗りたてには、消石灰が水に溶けて石灰水が多量に含まれてゐるのである。空氣中に含まれてゐる炭酸瓦斯がこの白壁の中に含んでゐる

石灰水に溶け込むと石灰石の沈澱を生じ、これが澤山生ずることによつて壁を一枚の石灰石の板の様にするので石の様に硬くなるのである。

新築の家に白壁で塗つた室があつて壁の乾くのを待ち兼ねて入つた様な時、壁が汗をかくことがある。これは實はまだ壁の何所かに石灰水が含まれてゐたのに人が住む様になつて、人の呼吸、焚火等のためにそれから出て来る炭酸瓦斯を吸収して炭酸カルシウムを生じ、一方に水が出来たのが壁の表面に出たのである。

人の呼吸に炭酸瓦斯を含んでゐることは、ガラス細管を口にして石灰水中へ吹込んで見ると判る。

4. 炭酸瓦斯は水に溶けて酸性反應(弱)を呈する。

試験管に炭酸瓦斯を満たしそれに少量の水を注いで試験管の口を指先で塞いで振ると、炭酸瓦斯は水に溶けるから指先が吸ひつかれる様な感じがする、其の液を指先につけて味つて見ると酸味があり、青色の試験紙を入れると赤變する。

炭酸瓦斯の水に溶ける量は攝氏二十度に於て水一容積に對して炭酸瓦斯

約〇・九容積、十五度に於いて一・〇〇二、零度に於いて一・七八の割合である(尤も炭酸瓦斯の水に溶ける量は只温度に關係するばかりではなく、壓力に關係するのであつて此の場合には勿論一氣壓として考へてゐるのである)。

然し炭酸瓦斯の水に溶解する速度は極緩徐なものであるから、實驗の際は餘程指先の感覺に注意し、且つ充分溶ける状態を觀察せしめ様とするには課外實驗にするがよからう。

三、炭酸瓦斯の利用

炭酸瓦斯はこれを呼吸すれば人を窒息せしめるけれども、これを溶かした飲料水は夏季の清涼劑として使はれてゐる。ラムネ、サイダー、平野水等は皆これを含んでゐる。

イ、ラムネの製法

豫めラムネの瓶の中に少量の砂糖水を入れて置くこと
或る装置によつて大なる壓力を加へて多量の炭酸瓦斯を清水に溶かした所謂炭酸水を作り、これを特殊の装置に導いて其の装置に備へてある活栓を開いて砂糖水を入れたラムネ瓶の中に注ぎ入れ、適度に注入した

時活栓を閉ぢて直ちに瓶を倒にすると、瓶の中のガラス玉は今まで加へられてゐた大きな壓力の急に減じたために逃げ去らうとする炭酸瓦斯の壓力で押し上げられて瓶口を堅く閉ぢるのである。

ロ、漬物の味

大根漬が樽桶から出し立ての美味であるのは、この中に炭酸瓦斯を含んでゐるからである。

ハ、消火器

炭酸瓦斯に保燃性のないことから氣づくことは、火事の際にこの瓦斯を使用したならばと言ふことである。この考へから作られたものが消火器である。消火器の構造は次の様になつてゐる。

消火器の八分目までは重炭酸曹達の溶液が入れてある。
消火器の上部には一個のガラス瓶があつて、これには濃硫酸が入れて蓋がしてある。

若し火事が起つた場合には濃硫酸の入れてあるガラス瓶に連絡してゐる螺旋を廻すと濃硫酸の蓋がとれるから、消火器を倒にすると重曹水と

硫酸とは混じ盛に炭酸瓦斯を發するから、その壓力でポンプの様に水を噴き出すのである。

消火に作用するのは、その噴出された水が火を消すばかりでなく、その水の中には多量の炭酸瓦斯を含んでゐるからその瓦斯の力でも亦火を消すのである。

消火器の中の上部に取附けてある小瓶の中の硫酸は水分を吸収し易いから、若しガラス瓶に一杯入れて置くと水分を吸収して水量が増して溢れ出るから八分目位入れて置くがよい。又一年に一回位中の藥液を取換へないと、硫酸は水分を吸収して増加し、何時の間にか兩液が少しづつ混じるので萬一の際の使用に役立たぬのである。

消火器の理を簡單に實驗して示すには、フラスコに重炭酸曹達を少し入れ、八分目程水を注いでよく溶かし、別に少しばかりの硫酸を試験管に入れ、これをフラスコの中に注ぐと泡立つて烈しく炭酸瓦斯を生じる。適當な時を見て豫め用意して置いた細管を挿入したゴム栓をフラスコに箆めると水は細管の先から噴出する。此の時ガラスの細管はフラスコ

内の液の中に深く入込んでゐることを要する。

四、炭が空氣の中で燃えて炭酸瓦斯を生ずること

火鉢に炭火を起して置いて、スポイド(無い場合にはゴムマリの廢物にガラスの細管を挿して作った物)で以つて炭火の上に乗つて來る瓦斯體を吸入し、石灰水を入れた試験管の中に吹込んで見るがよい。若し一度でうまく行かなかつたならば二、三回繰返すと石灰水は白濁する。これは炭が空氣中で燃えて(空氣中の酸素と化合して)炭酸瓦斯を生じたからである。

以上の實驗に依つて炭が燃えると炭酸瓦斯を生ずること、炭酸瓦斯は炭素と酸素との化合物であることが判る。

五、木が燃えるときに炭酸瓦斯を生ずること

鐵皿の上によく乾いた木片を積んで、これに火を附け、其の上に廣口瓶を倒にして、燭の上に支へて置いて、暫くして後、廣口瓶の口にガラス板の蓋をして机の上を上向きにして置き、その中に石灰水を注下して動かすと白濁するところが判る。

この實驗によつて、木の燃える時には、炭酸ガスを生じることが判るのであ

る。

六、空氣中には炭酸ガスが少しく存在してゐること

先にも古井戸、洞穴に炭酸ガスの存在することを述べたのであるが、生物の呼吸作用、物の燃焼、有機物の腐敗等からして、空氣中には少量の炭酸ガスが混在してゐるのである。

これを實驗に依つて確めるには廣口瓶に石灰水を入れて暫く振り動かし空氣とよく觸れさせたならば、少しく濁ることでも判るのである。

第四十六課 春分

教材選擇の趣旨及び主眼點

季節の變化を知らしめるため春分を選んで春分及び春分前後の日の出、日の入の方向、太陽の高さ、晝夜の時間の長さ及び此の頃の氣候に就いて知らしめるのが主眼である。

教具及び準備

四季の生ずる理由の説明器、日時計

教材の解説及び取扱上の注意

一、四季

四季の生ずる理由を説明する器械に依つて、地球が公轉し而も地軸が傾斜してゐる理由から、太陽の直射する位置が變化する現象を示して、四季の起る理由、氣候の變化する原因を教へたらよからう。

二、日出、日没の方角の觀測

地球は、太陽の周圍を廻りながら、自からも廻轉してゐるのであるが、此事は吾々の説明の便宜から、太陽は東から出て西に没すると考へても支障はない。夏は太陽が眞東より北にかたよつて出で、冬は南にかたより、其出沒する方角も眞西より北に或ひは南にかたよつてゐることは、兒童が經驗上知つてゐることであるから、それを整理して、更に春分の前後一週間位の間、毎朝夕磁石を携へて日の出の方向を觀測せしめ、又日没の方角を測定せしめて、太陽が眞東から出て眞西に沒することを知らしめるがよい。

三、日時計に依つて太陽の高さの觀測

三尺平方程に一枚の平板に白紙を貼つて、中央に長さ一尺程の棒を垂直に

立て、晴天の日を選んで日向で棒の影の變化する有様を觀察せしめ、棒の影によつて太陽の高さと方角とを見定めしめる。

棒の影の最も短い時は太陽の最も高い時であつて、その位置に太陽が來た時刻が其の土地の眞の正午である。その時の影の方向は眞の南北を指して居て棒の影の長さは冬よりは短く夏よりは長いのである。

四、晝夜平分

春分の日(三月二十一日又は二十二日)の日出の時刻及び日没の時刻を測らしめて、晝間と夜間との時間を算出せしめたならば、晝夜平分であることが判るであらう。大正十年三月二十一日は春分であつて、東經百三十五度の子午線の時刻にて日出が午前五時四十五分、日中が午前十一時四十八分三十二秒、日没が午後五時五十三分、晝間十二時八分、夜間十一時五十二分となつてゐる。春分の日を中央として一週間を春の彼岸と言ひ、春分の日には春季皇靈祭が行はるゝのである。

五、氣候

春分の頃になると氣候も溫暖になり、冬季蟄伏してゐた動物も追々と出て

來て活動を始め、草や木も芽を出し始めて、これから花も咲き鳥も歌ふ時が來るのである。

六、空氣の溫度の測定

校舎の北側に寒暖計を装置して、その溫度を攝氏の日盛で測定せしめ、以後は方眼紙へ毎日その日の正午に於ける溫度を記入せしめて、氣溫の繼續觀測を行はしめるがよい。

大正十一年五月二十日印
大正十一年五月廿三日發行

定價金壹圓九拾錢



年學四第科常尋
說精材教書科理定國

著者 神田正梯
著者 中野恭一

發行者 東京市京橋區南傳馬町二丁目五番地
目 黑 甚 七

印刷者 東京市牛込區榎町七番地
本 間 十 三 郎

印刷所 東京市牛込區榎町七番地
日清印刷株式會社

發行所

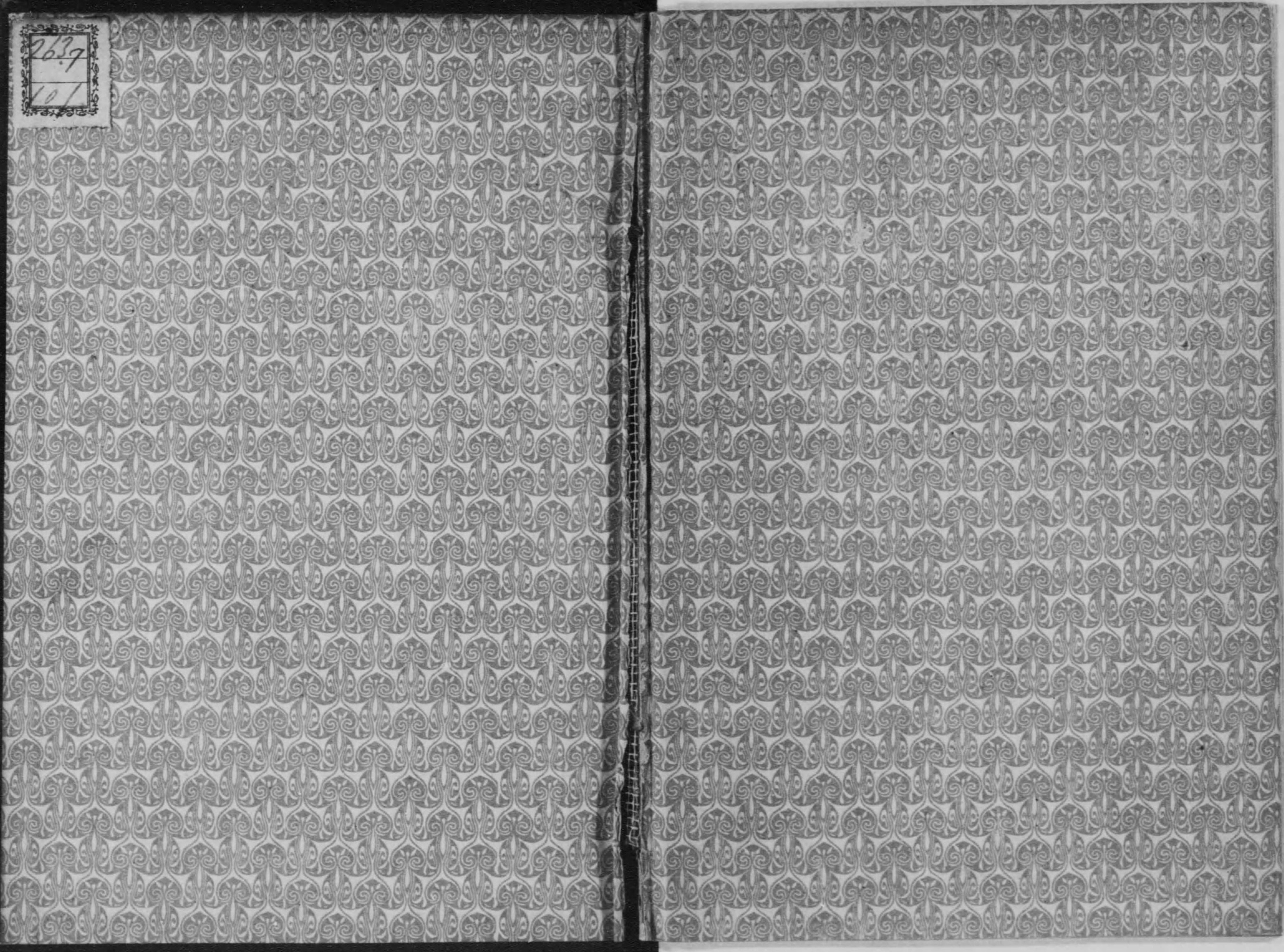
東京市京橋區南傳馬町二丁目
新潟縣長岡市表四ノ町(本店)

目黑書店

(東京) 電話京橋二一六三番
振替口座二八〇九番

(長岡) 電話長岡一八番
振替口座三六一九番

2639
101



終