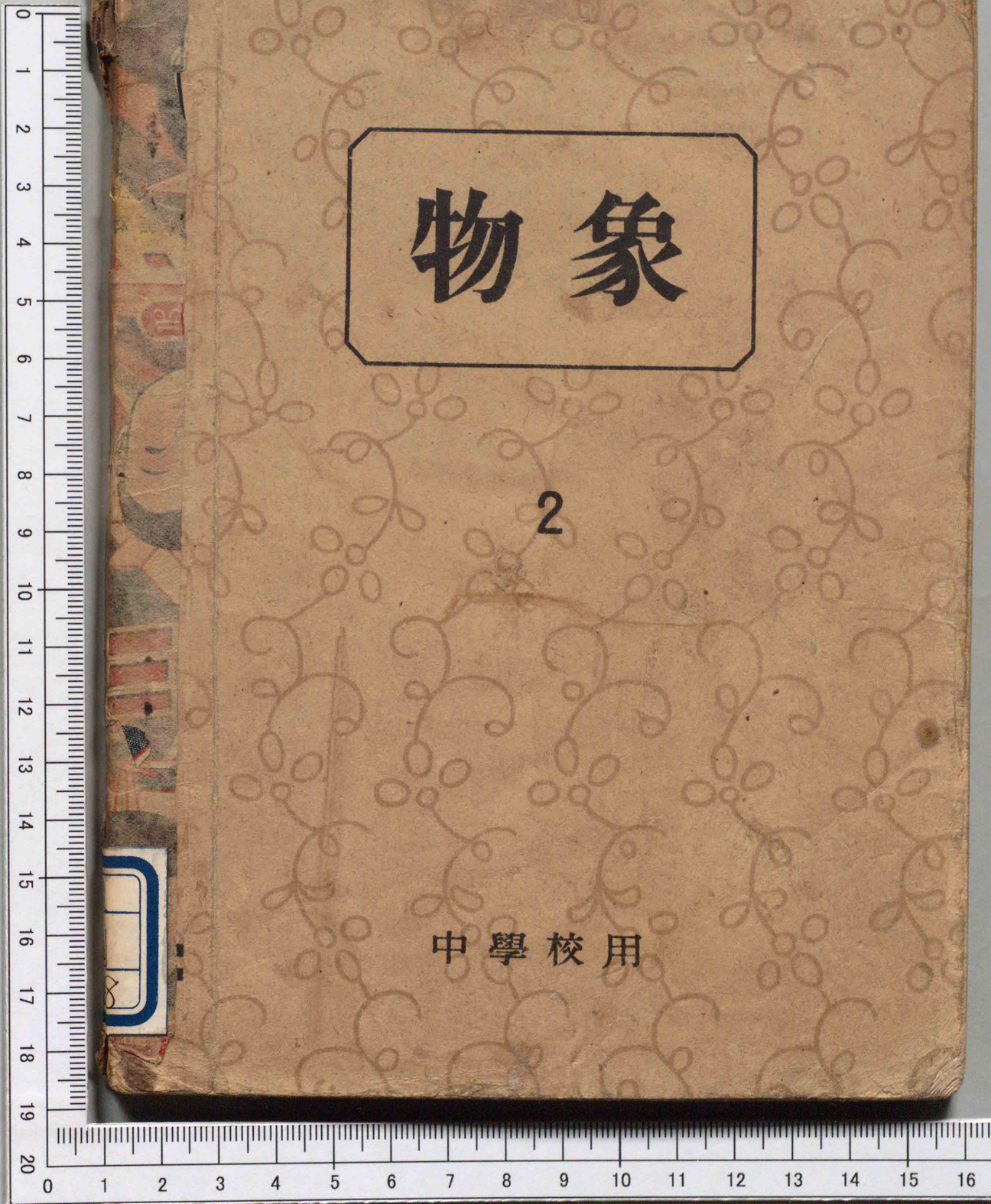
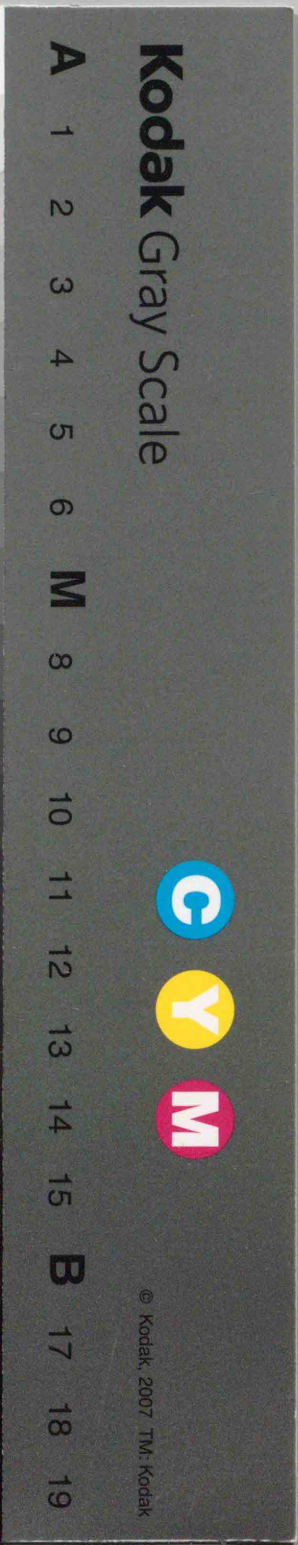
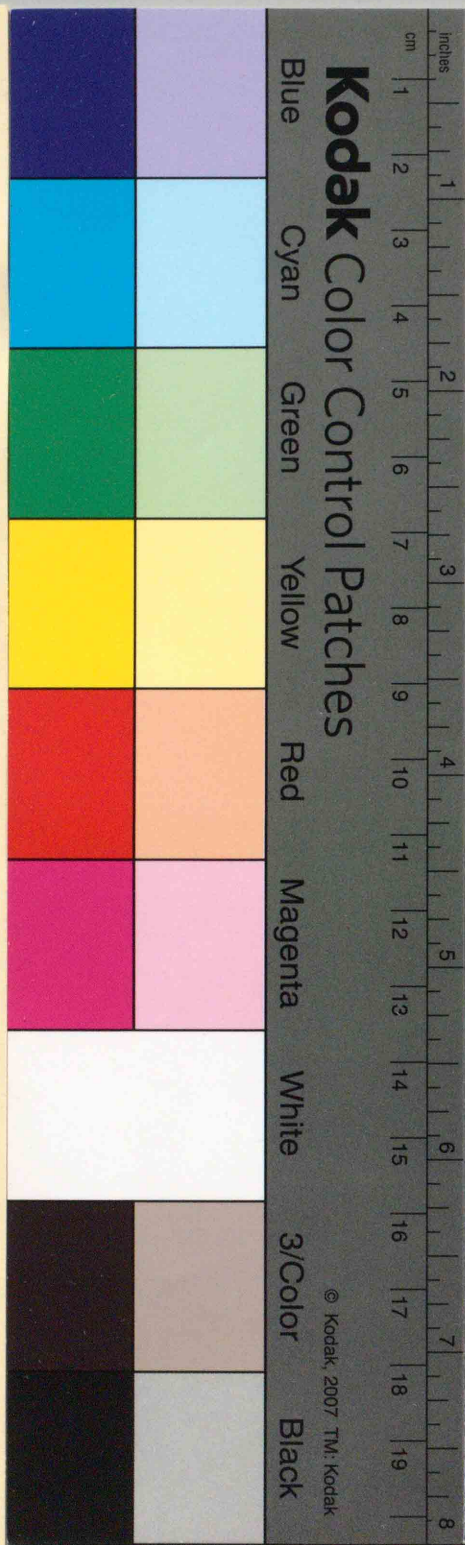


40353

教科書文庫

4
420
41-1943
20000 81630



42
421
BB/8

資料室

文部省檢定済
昭和十八年四月五日 中學校理數科用
昭和十八年五月六日 實業學校理數科用

物象

中學校用

2



中等學校教科書株式會社

目 次

形・大きさの變化	1
これからしらべる變化	1
1. 形の變化	1
2. 體積の變化	13
3. 熱の性質	34
4. 熱膨脹	41
状態の變化	49
これからしらべる變化	49
1. 状態は何でさまるか	49
2. 状態の變化と一しよにおこる こと	59
實質の變化	64
これからしらべる變化	64
1. 硫黄と鐵とを混ぜたものの加熱	66

2.	空気中での銅・鐵などの加熱	71
3.	木炭の燃焼	73
4.	硫黄の燃焼	75
5.	重炭酸ソーダの加熱	81
6.	水素の燃焼	86
7.	水の分解	92
8.	アルコールの燃焼	96
9.	燃焼・消火	100
10.	木片の加熱	102
11.	石油の燃焼	108
12.	炭火での一酸化炭素の生成	112

主な元素の名と記號

形・大きさの變化

これからしらべる變化

前に機械の分解・組立を行つて、齒車・ねぢその他いろいろな部分がどんな働をするかといふことをしらべたとき、ばね・ゴム輪などの形の變化についても気づいたことがあつたであらう。しかし、そのときは形の變化といふことについて特別に考へなかつたから、これからそれについてしらべてみよう。

また、形の變化をしらべるのと一しよに、氣體などの體積の變化や、熱のためにおこる物體の膨脹などについても研究しよう。

1. 形の變化

1. 固體の彈性

ゴム絲はよく伸びるが、この伸びはどのや

うにおこるものか、実験してしらべてみよう。

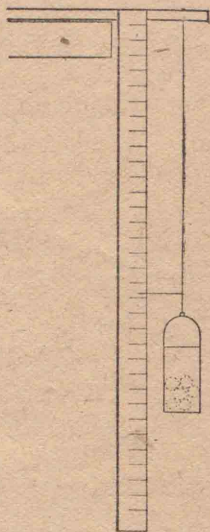
〔実験〕 1. 細長いゴム糸
の下の端に軽い函をつるし、
これに適当な錘を入れてゴ
ム糸の伸びを測り、次に錘を
とり出してゴム糸がもとの
長さにもどるかどうかため
してみよ。

また、函の中へ次第に錘を
入れ足していつて、ゴム糸の
伸びを測り、それとゴムを引伸ばす力との
間に、どんな関係があるか圖表でしらべよ。

このときゴム糸の2, 3箇所（正比例）に等しい間
隔でしるしをつけておき、それらの間の伸
びについても注意せよ。

〔考察〕 1. 上の圖表から、伸びの大き
くはない範囲では、伸びと外からの力との間に、

1) この実験はゴム糸が切れるところまでつづけてみよ。



どんな関係のあることがわかったか。

上の実験でみたやうに、外からの力がなくなれば、自分でもとの形にもどる性質を弾性といふ。

指でゴム糸を引伸ばせば、ゴム糸も指を引
きつけようとする力を働かせるであらう。
これは弾性のためにおこるのであつて、この
やうな力を弾力といふ。上の実験では、ゴム
糸の弾力と錘の重さとが、それぞれの場合に
釣合つたのである。

伸びだけでなく、どんな種類の弾性變形に
でも、それぞれ実験してみると、考察1で見出
したやうな弾性の比例法則の成立つことが
わかる。

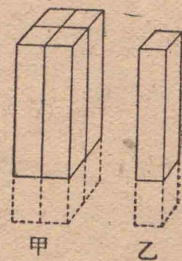
これからいろいろな種類の變形について
考へてみよう。

(1) 伸 び

伸びについては実験1でしらべたが、同じ

ゴム糸でも太さや長さが變はると伸びがどうなるか考察しよう。

〔考察〕 2. 同じ長さの甲乙2本のゴム糸がある。切口はどちらも正方形であるが、甲の切口の一辺の長さは乙の切口の一辺の長さの2



倍ある。これらを同じだけ引伸ばすのに、甲には乙での何倍の力があるか。

〔考察〕 3. 切口の同じ甲乙2本のゴム糸があつて、甲の長さは乙の長さの2倍ある。これらを同じ力で引伸ばせば、甲は乙の何倍だけ伸びるか。



これらの考察などからわかるやうに、ある物質の柱状體の伸びは、伸びの大きくない範圍では、その長さ、単位面積當りの張力とに比例する。

ある物質の単位斷面積の柱状體に、單位の張力が働いておこる伸びの長さを柱状體のもとの長さで割つた値を、その物質の伸び變形率¹⁾といふ。

(問題) 1. 實驗1の結果から、伸びの小さいときのゴムの伸び變形率を、面積の單位に mm^2 、力の單位に g 重を使つて表はせ。

〔考察〕 4. 變形率を使つて、ある長さ斷面積の柱状體に、ある張力が働いたときの伸びを計算するにはどうすればよいか。

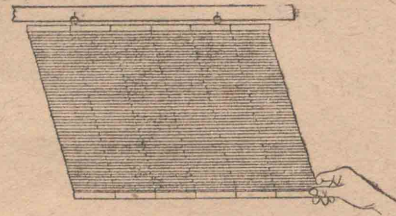
柱状體に、張力の代りに壓力を働かせれば縮みがおこるが、實驗によると、縮みの場合の變形率も伸びの場合の變形率と同じである。

(2) ずれ

すだれをつるし、その下の端を持つて一方にずらせると、どんな變形がおこるか。また、

1) 變形率の逆數を彈性率といふが、實際には彈性率を用ひることが多い。

四角な消ゴムを指
でおして同じやう
なことを行つてみ
よ。



このやうな變形をずれといふが、いろいろ
な物質にはそれぞれきまつたずれの變形率
がある。こんにやくなどはずれの變形率の
非常に大きいものである。

(3) たわみ

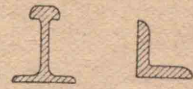
魚を釣つたり、弓を射たりするとき、釣竿や
弓はたわむが、たわみがおこるとき、物體のそ
れぞれの部分はどんな變形をしてゐるので
あらうか。これをゴム板でしらべてみよう。

〔實驗〕2. 消ゴムのやうなゴム板の周
圍の面へ、それぞれ2、3本づつ縦横の線を
引き、これを両手で曲げて、板の各部分の伸
び縮みをしらべよ。

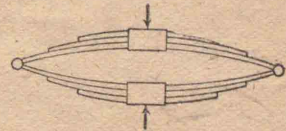
〔實驗〕3. 切口の矩形な棒を水平にし

て両端で支へ、中央に錘を下げる。肉の厚
い方向を上下にしたときと、薄い方向を上
下にしたときとで、たわみがどう違ふかを
しらべよ。

(問題) 2. レールや型鋼の切口の形は、
どんな目的で工夫され
たものかを考へよ。



何枚かの板を重ね合はし
た重ねばねは、それと同じ厚
さの一枚ばねより遙かに大
きくたわましてもこはれない。



それ故、車體の下につけるばねなどには普通重
ねばねを用ひてゐる。

(4) ねぢれ

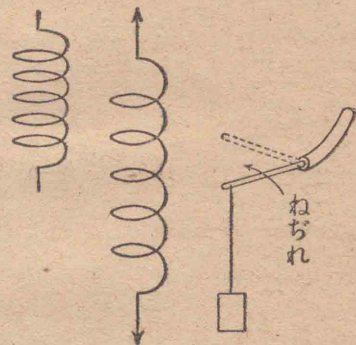
丸い棒の両端に、手拭をしぼるときのやう
な反對廻りの偶力を加
へると、棒はねぢれる。
この場合の變形をよく



しらべると、棒の各部分が(2)で考へたやうな
ずれを受けてゐることがわかる。

〔考察〕5. 丸い棒の両端に一定の偶力
が働いてゐるときと、他のことはそのまま
で、これと長さだけ違ふ棒のときとでは、ね
ぢれの角度はどう違ふか。

蔓巻ばねを引伸ば
すと、その各部分は主
に上に考へたやうな
ねぢれを受ける。蔓
巻ばねは圖のやうに、
嵩の割合に大きく伸
ばすことができるか
ら用途が廣い。



(問題) 3. 蔓巻ばねを用ひた實例をあ
げよ。

〔實驗〕4. 細い針金を巻いてつくつた
ばね秤で、弾性の比例法則が成立つかどう
かをしらべよ。

2. 固体の塑性

油土を指でおすと形が變はるが、その變形
はゴムの場合と違つて、力を除いてももとへ
もどらない。物質のこのやうな性質を弾性
と區別して塑性といふ。

普通の物質は弾性と塑性と兩方ともそな
へてをり、變形の程度が小さい間は、主に弾性
を現すが、變形の程度が大きくなると、塑性を
現してくる。

例へば、鐵の針金を引伸ばすとき、伸し方が小
さい中は、力を除くともとの長さにもどるが、ある程
度以上に引伸ばすと、力を除いても完全にはもと
の長さにもどらない。この場合あとに残つたも
とにもどらない伸びは、鐵の塑性による變形であ
る。

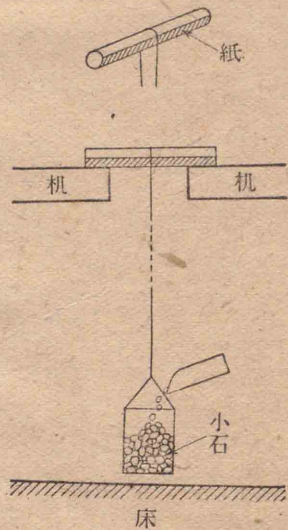
金や銀は非常に塑性に富んでゐるので、薄い箔
にしたり、細い針金にしたりすることができる。

塑性の乏しい物質では、ある程度以上に變
形させるとこはれてしまふ。このやうなも
のを脆い物質といつてゐる。

同じく脆い物質であつても、こはれるまでにいる力は物質によつて違ふ。例へば、水晶も方解石も脆い物質であるが、兩方をすり合はせれば、方解石の方がきずつく。鑛物の硬度といふのは、このやうにして比べた硬さの順序である。

鐵筋コンクリートでは、コンクリートの脆さが、それに密着してゐる鐵筋で補はれてゐるのである。このことを知るために、次の實驗を行つてみよう。

〔實驗〕 5. 白墨に、長さに沿つて一方の側へ紙をはりつけ、よく乾かしてから紙の側を下にして、圖のやうな方法で折つてみよう。また別に紙をはりつけないもので同じやうに試みてみよう。折るためにいる力がどれだけ違ふか。



3. 液體の變形

〔實驗〕 6. 水飴などの粘^{ねば}い液體に箸を入れて、ゆつくり動かしてみよ。次に急に動かしてみよ。

箸を動かすとき、箸の周圍の液體はいろいろと形を變へることに注意せよ。

●この實驗でもわかるやうに、液體はゆつくり變形させようと思へば、どんな小さい力でも變形させられるものである。これが固體と液體との違ひである。

アスファルトなどは常溫では固體と考へられるが、しかしゆつくりならばいくら小さい力でも變形させられるから、その點では固體とはいへない。

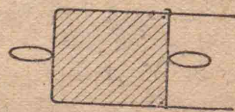
このやうに、液體はゆつくりした變形には抵抗しないが、速い變形に對しては、上の實驗でみたやうに抗力を働かせる。この抗力の大きさは變形の速さによつて違ふが、物質に

よつても違ふ。この違ひを表はす物質の性質を粘性といひ、一定の速さの變形に對して働く抗力の大ききさで示す。例へば、水飴では粘性が大きき、アルコールでは小さい。

同じ管の中を同じ壓力をかけて液體を流すとき、粘性の大きい液體ほど流れ方が遅い。このことを利用していろいろな液體の粘さを比べることができる。

液體はいくら僅かな力でも、それが働いてゐる間は、際限もなく變形することがわかつたが、一つ別に考へなければならぬ場合がある。それは表面の變形である。

〔實驗〕7. シャボン玉を口で膨らまし、膜が息の力にさからつて常に縮まらうとしてゐることをしらべよ。また、圖のやうな装置で、シャボン膜の縮まらうとしてゐる力をためしてみよ。



これらの實驗から、シャボン膜には固體の弾性に似た縮む力のあることがわかる。この力を液體の表面張力といふ。

〔考察〕6. 水銀の粒や蓮・芋などの葉に溜まつた水滴や、水中の小さい氣泡などが球になるのはなぜか。

2. 體積の變化

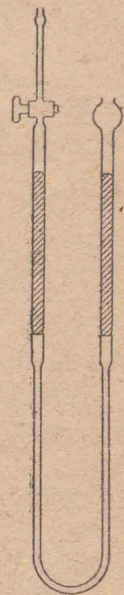
1. 大氣壓

氣體が壓縮できるものであることは、紙玉鐵砲などで、われわれのよく知つてゐることである。これから壓力で、氣體の體積がどう變はるかをしらべようとするのであるが、實驗室がすでに大氣の中にあるのであるから、まづ大氣についてしらべてみよう。

〔實驗〕¹⁾ 1. 圖のやうな2本のガラス管

1) 〔 〕をつけた實驗は設備その他の關係から先生が主となつて行ふものである。

の下の端を、長いゴム管でつないだ装置に、水銀を左の管の栓の上まで昇るやうにつめて栓を閉ぢ、右の管を下げる。ある所まで下げると、栓の下に空所ができるであらうが、それから後もなほ少しづつ右の管を下げていつて、両方の水銀面の高さの差がどうなるかをしらべよ。



この実験で、空所ができてからは両方の水銀面の高さの差が一定であることがわかつたであらう。これは、左の管の空所には全く何もなく、随つて左の管の水銀面には何の力も働かないが、右の管の水銀面には、大氣の壓力といふ水銀面をおす力が働いてゐるために、水銀を左の管の中へおし上げてゐるのであると考へればよくわかる。

左の管の空所のやうに、全く何もないと考

へられる場所を眞空¹⁾といふ。

上の実験で、両方の水銀面の高さの差は左右の管の太さを變へたり、管を斜にしたりしても變はらない。これについては、液體の壓力のときにしらべることにして、今は両方の管の切口の面積がどちらも 1cm^2 であるとして考へていかう。

われわれはこれから、大氣の壓力を上の実験の兩水銀面の高さの差で表はすことにし、水銀柱何 mm の壓力と呼ぼう。

大氣壓の大きさには常に多少の變化があるが、長い期間の平均をとると、海拔のあまり高くない場所では、水銀柱の約 760mm である。

いろいろな場合に壓力の單位として用ひられてゐる 1 氣壓は、この水銀柱 760mm の壓力にあたる。

〔考察〕 1. 1 氣壓は 1cm^2 當り何 kg の重さになるか。

1) 眞空とはいつても、水銀の蒸氣などがいくらかあるが、普通には僅かの氣體があつても眞空と呼ぶことにしてゐる。

〔考察〕 2. われわれはこのやうな壓力を受けてをりながら、常にそれを少しも感じないのはなぜであらうか。

2. 氣體の體積と壓力

これから氣體の體積が壓力によつてどう變はるかをしらべてみよう。

〔實驗〕 2. まづ實驗 1 の方法で、現在の大氣壓を水銀柱の高さで測る。それから栓を開いて、左の管の上部に空氣を少し閉ぢこめる。

次に少しづつ右の管を下げて、空洞内の空氣を膨脹させ、その度毎に兩方の水銀面の高さの差を測る。

それがすんだら右の管をもとの高さにもどし、そこから少しづつ右の管を上げて、空洞内の空氣を壓縮し、その度毎に兩方の水銀面の高さの差を測る。

〔考察〕 3. 上の實驗で、空洞内に閉ぢこめられた空氣の體積を横軸に、その受ける壓力¹⁾を縦軸にとつて、體積-壓力曲線をかき、その曲線の性質について考へよ。

詳しい實驗によると、空氣だけではなく、どんな氣體についても大體

$$(\text{壓力}) \times (\text{體積}) = (\text{定數})$$

といふ關係のあることがわかる。

この式の右邊の定數は、閉ぢこめた氣體の分量や溫度によつて變はる。

この式からでもわかるやうに、氣體にはもちまへの體積といふものがなくて、壓力を減らせばいくらでも膨脹する。このやうにして十分膨脹させた状態が、先に考へた不完全な真空とみてよい。

上の關係式で、壓力といふのは外から加へた壓力であるが、反作用の法則によつて、これは氣體が器の壁に及ぼす壓力と同じであることがわかる。さうすれば上の式は、氣體が

1) 大氣壓をも考へに入れた壓力。

擴がらうとして周圍に及ぼす弾力と體積の變化との關係を表はすものであるから、氣體の彈性法則とみることができる。

〔考察〕 4. 氣體の彈性法則を、固體の彈性の比例法則と比べてみよ。

實驗 2 では、空洞に閉ぢこめられた空氣が、下の水銀面をおす壓力についてしらべたのであるが、氣體の壓力について、もう少し廣く考へておかう。

〔實驗〕 3. 自轉車のゴム輪に徐々に空氣をつめながら、そのいろいろな部分にさはつてみて、手に感じる内部の空氣の壓力が、場所によつて違ふかどうかをしらべてみよ。

この實驗から大體わかるやうに、一つづきの氣體の壓力は、どこでも同じである。¹⁾

上の實驗では、空氣ポンプをつないだ場所に空氣を送つて壓力を上げたのであるが、それがすぐ

1) 高さが非常に違へば別である。

ゴム輪の中全體に傳はつて、壓力が上るのである。

このやうに、氣體の一部の壓力を上げると、それが全體に傳はつて、どこでも同じ壓力になることを壓力傳達の法則といふ。

また、空氣に接してゐる面の部分の水銀が横には動かないことなどから考へて、氣體が物體の面に及ぼす力は、面に垂直な壓力¹⁾だけであることがわかる。

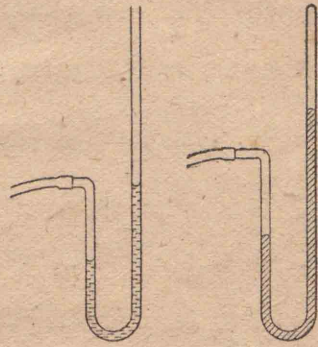
單位面積當りの壓力を壓力の強さといふが、まぎれない場合には、これを單に壓力といふ。これまで大氣の壓力とか氣體の壓力とかいつたのは、壓力の強さの意味である。

これに對して、ある面積全體に働く壓力のことを全壓力といつて、壓力の強さと區別することがある。

壓力計と眞空ポンプ 氣體の壓力を測るには、開管壓力計や閉管壓力計がよく用ひられる。

1) 氣體が動いてゐるときは、面に平行な力も働く。

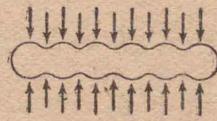
開管壓力計は現在の
大氣壓との差を測るの
に便利で、例へば燃料ガ
スの壓力を測る場合な
どに用ひられる。閉管
壓力計の空洞は、普通眞
空になつてゐるので、¹⁾壓



力の本當の値を知ることができ
る。氣象用の水銀氣壓計は、その一例である。

液體を使はない壓力計に、空盒壓力計があ
る。

これは密閉した薄い金屬函
の内部を殆ど眞空にしたもの
で、氣壓の變化による函の彈性變形を針に傳へ、そ
の動を目盛盤でよむやうになつてゐる。



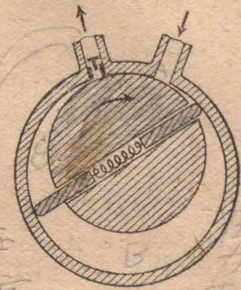
普通の眞空ポンプは、吸上げポンプと殆ど
同じ原理でできてゐる。

ただ、眞空にしようとする容器内の壓力が低く
なると、そちらへ通じる瓣が開かなくなるから、こ

1) 使ふ目的によつては、この空洞に氣體をつめたものも
ある。

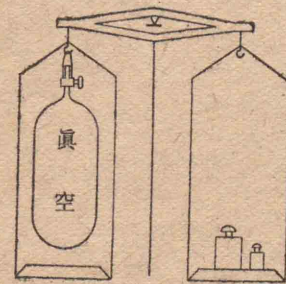
の點についていろいろな工夫
がされてゐる。

(問題) 1. 圖は回轉眞
空ポンプの斷面であるが、
この圖から回轉眞空ポン
プの働き方を考へてみよ。



大氣の壓力 大氣壓は何によつておこる
のであらうか。水銀柱の壓力が水銀の重さ
からおこることを思へば、大氣壓も空氣の重
さからおこるのかもしれない。次に空氣の
重さを測つてみよう。

〔實驗〕 4. 栓のある
適當な大きさのガラス
球を眞空にし、天秤で重
さを測り、次に栓を開い
て、中に空氣を入れ、再び
重さを測る。別に球の容積を測つて、それ
らの値から空氣の密度を計算せよ。



Handwritten notes at the top of page 21, including numbers like 760, 74, 405, 178, 24, 596, 26, 70.

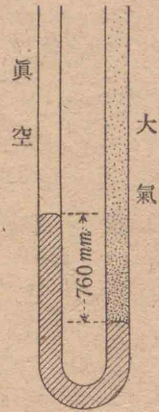
詳しい実験によつて、普通の状態での大氣の密度は 1cm^3 について約 1.2mg であることがわかつてゐる。

この実験で空氣に重さのあることがわかつた。随つて大氣壓は空氣の重さからおこるのであらうと考へられる。先の真空の実験では、この圖のやうに、大氣柱の重さが水銀柱の重さと釣合つたのであらう。

もしさうであるとすれば、地表から高い所へ登つていくと、氣壓は次第に減るはずである。これは實際に測つてみて確められてゐる。

これらのことから、われわれは大氣壓が大氣の重さのためにおこつてゐるものであると考へるのである。

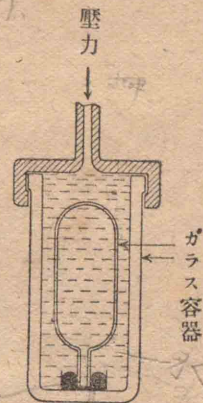
しかし、大氣は上の方へいくほど稀薄になつてゐるから、大氣の上の端といふものがはつきりしてゐるわけではなく、どこからとはなしに真空につらなつてゐるものと考へられる。



3. 液體の體積と壓力

液體も氣體のやうに、壓力で收縮するかどうかをしらべてみよう。

〔實驗〕 5. 圖のやうな装置に外から壓力を加へ、内側のガラス容器の中の水の收縮するのを、下の水銀の動で觀察せよ。



一般に壓力による液體の收縮は非常に小さくて、水では 1cm^2 について 1kg の重さに相當する壓力を加へるとき、その體積の約 2 萬分の 1 だけ收縮するにすぎない。

このやうに、單位の壓力のために物體の收縮する割合を、その物體の壓縮率といふ。

固體も壓縮されるが、その壓縮率は一般に液體のよりもかなり小さい。それ故、大抵の場合は固體の實質は壓縮されないものと考へてよい。

固體
形/變化ニヨリテ力カクマ

①水
②水銀
③水
④水銀
⑤水
⑥水銀
⑦水
⑧水銀
⑨水
⑩水銀

液體を壓縮すると、固體の弾性の場合と同じやうに、壓縮があまり大きくない範圍では、壓力に比例して體積が變はり、壓力を除けば完全にもとへもどる。

このやうに、液體は體積については弾性があるから、壓縮されると、もとの體積にもどらうとして周圍に弾力を及ぼす。これが液體の壓力である。

氣體と液體との違ふところは、(1)氣體は外から壓力を加へなければいくらでも大きくなるが、液體はさうでなく、あるきまつた體積をもつてゐることと(2)氣體は非常に壓縮されやすいが、液體は僅かしか壓縮されないこととである。

しかし、どんなに僅かであつても、液體が周圍に壓力を及ぼしてゐる以上は、必ずある程度壓縮されてゐるのである。われわれは液體の壓力について考へるとき、いつもこのことを忘れないやうにしよう。

靜水壓¹⁾ これから、靜止してゐる水、その他の液體の壓力について考へてみよう。

器に入れた水の中の壓力の様子は、性質だけからいふと、大氣の場合の様子と同じである。ただ違ふところは、大氣では上の端がぼんやりしてゐるが、器に入れた水では上の端がはつきりした水平面になつてゐるといふ點だけである。

氣體の壓力や、大氣の場合の壓力などについては、すでに知つてゐるから、器に入れた水の中の壓力についても、いろいろなことがわかるはずである。これからそれを考察してみよう。

[考察] 5. 靜止してゐる液體が、その接してゐる物體の面に及ぼす力は、いつでもその面に垂直であるが、これはどんなことからわかるであらうか。

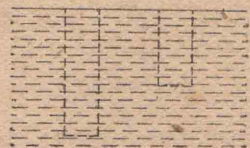
[考察] 6. 靜止してゐる液體内の物體の面に働く壓力の強さは、そこでは面をどちらへ向けても同じである。

これはなぜさうなるのであらうか。

1) 液體が水でない場合でも靜水壓といふ。

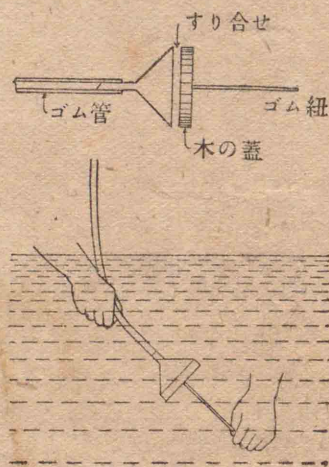
〔考察〕 7. 静止してゐる液体内の1箇所の圧力を増さうとすると、全體の壓力もそれだけ増す(壓力傳達の法則)。これはどうしてさうなるのであらうか。

〔考察〕 8. 静止してゐる液体内二つの場所での壓力の差は、それらの場所の深さの差とどういふ關係になるか。



これらの考察で、靜水壓に關することがらはわかつたが、實際靜水壓を手にかけてみよう。

〔實驗〕 6. 圖のやうな装置で、蓋の中心を水面から一定の深さにおき、その方向をいろいろにして、蓋をそれに垂直な方向の力で引離してみよ。このとき引離すため



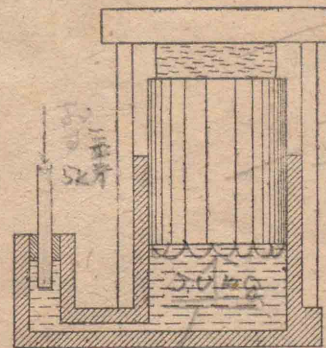
にいる力が、方向によつて違つたかどうか。

次に、この蓋の深さを初るときとはかなり變へて、蓋を引離すためにいる力が、深さによつてどう變はるかを感じてみよう。

〔考察〕 9. この實驗で、蓋のうしろの空氣をゴム管で大氣につないだのは何のためか。

水壓機の裝置と壓力計 水壓機は、大きい力をだす目的に用ひる。

(問題) 2. 圖のやうな水壓機では、物體は外から加へる力の凡そ何倍の力を受け、かを、圖から計算してみよ。



大きい壓力を測るには、普通偏曲管壓力計を使ふ。

これは右の圖のやうな切口の橢圓形な曲つた管が、内

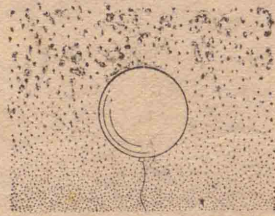


部の圧力によつて伸びようとする性質のあることを利用したものである。

4. 浮力

水素をつめたゴム風船を放すと上の方へ上つていく。これはゴム風船に、これをおし上げるやうな上向きの力が働くためであつて、このやうな力を浮力といふが、浮力は一體何からおこるのであらうか。

ゴム風船をとり巻いてゐる空氣を考へるに、上の方の空氣よりも下の方の空氣の方が、いくらか餘計壓縮されて密度が大きくなつてゐるので、風船の受ける壓力は下側の方がそれだけ強い。これは高さの差による氣壓の差と同じことであるが、風船のやうな小さなものの場合にも、その部分部分によつて受ける壓力は違ふ。このために、風船は上の方へおし上げられようとするのであるが、この力はどのやうな大きさか考へてみよう。



〔考察〕10. 上の例で、風船の代りにその場所を周圍と同じ空氣でつめたとしたら、その空氣は上るか下るか。

このことから、ある物體に働く浮力の大きさがいくらかであるかをいひ表はせ。

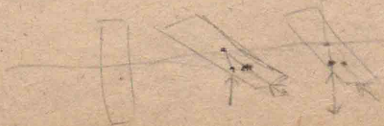
空氣の浮力を受けてゐるのは、風船のやうな軽いものだけではなく、われわれのからだを始め、どんな物體でもさうであることに注意せよ。

水の中では、石などが非常に軽く感じられるが、このやうな液體內での浮力について考へよう。

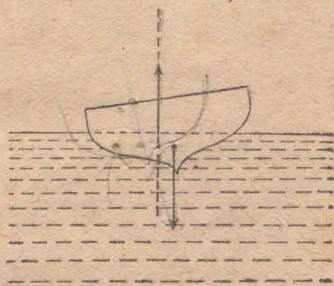
〔考察〕11. 水の中にある物體に働く浮力はどのやうな大きさであらうか。

〔考察〕12. 船のやうな水面に浮いてゐる物體の重さは、その物體のどれだけの部分の體積の水の重さに等しいか。

浮き方の安定 棒を鉛直に水中に浮かさうとして手をはなしたらどうなるか。このやうなのは浮き方が不安定であるといふ。



船はある程度傾いても、ぢきにもとの姿勢にもどるであらう。このやうなのは浮き方が安定であるといふ。



〔考察〕13. 圖を参考にして、少し傾いた船がなぜもとの姿勢にもどるかを説明せよ。

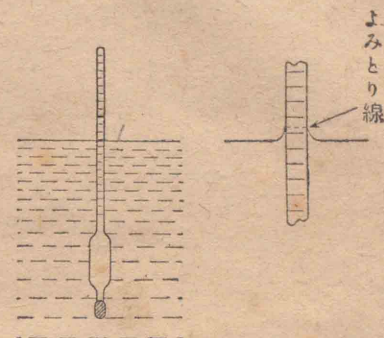
比重 一つの物質のかたまりがある液體に浮くか沈むかは、どんなことできるであらうか。

このやうなときは、密度の割合だけがわかればよい。ある物質の密度を4度の水の密度で割つた値を、その物質の比重といふ。

密度を表はすのに 1cm^3 當りのグラム數を用ひれば、水の密度を表はす數は1であるから、物質の比重は、その密度の數値と同じになる。例へば、鐵の密度は毎 cm^3 約 7.9g であるから、その比重は7.9となる。

液體の比重を簡単に測るには、目盛浮秤を用ひる。

〔考察〕14. 目盛浮秤の目盛の仕方を考へてみよう。



〔實驗〕7. 目盛浮秤を使つて、いろいろな液體の比重を測つてみよう。

目盛浮秤を液の中へ入れると、管の周圍の液は、圖のやうに管に沿つてもち上るが、目盛のよみ方を一定にするために、もち上つた液面の上の端で目盛をよむやうにきめてある。

5. 液面の形

静止してゐる液の面が、錘をつるした絲の示す鉛直線と垂直な一つの平面、即ち水平面になることは、われわれのよく知つてゐることである。


2 點の高さが等しいといふのは、それらが同じ水平面の上にあるといふことである。

つづいてゐる同じ種類の液の表面は、面が一つづきになつてゐない場合でも同じ高さになる。

(問題) 3. これを應用した例を考へよ。

[考察] 15. U 字管の左右の管に、水と油のやうな混じらない液を、それぞれ注ぎこんだとき、兩方の液面の高さはどうなるであらうか。

上に考へたのは、液面が割合に小さい場合であるが、地球全體を考へると、海面は大體球形をしてゐる。それ故、水平面といふのは、實際は大きな球面の一部であることがわかる。

水平器 一つの平面 

が水平であるかどうかをしらべるには、水平器を用ひる。

水平器は僅かに彎曲したガラス管に泡を残して、アルコールなどを密閉したものである。

(問題) 4. 水平器で泡はどんな位置にとまるか。

毛細管現象

目盛浮秤を使つたとき、管の周圍の液面が管に沿つてもち上るのをみたが、次にこれについてつとよくしらべてみよう。

[實驗] 8. 孔の太さが違ふ 2 本のガラス管を水中に立てて、兩方の管内の水面がどうなるかをみよ。また、同じことを水の代りに水銀を使つて試みよ。

このやうに、固體に接する部分の液面がもち上げられたり、或ひは引下げられたりする現象を毛細管現象といふ。

液體が固體の面を濡らすといふことは、液體が固體にしつかり附着することである。この場合には、附着した液の膜が表面張力で下の方の液をもち上げるので、周圍の液の面が高くなるのである。

液體が固體を濡らさない場合には、これと反對で、表面張力のために周圍の液面が引下げられて低くなる。

[考察] 16. ガラス管の中へもち上げられてゐる液体内のいろいろな點の壓力は、大氣壓とどのやうに違ふか。

この考察から、毛細管現象は吸上げポンプのやうな働をすることがわかる。毛細管現象を利用したものの例をあげよ。

3. 熱の性質

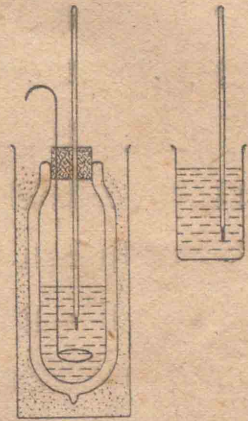
1. 温度と熱量

われわれはいまものの形・大きさの變化をしらべてゐるのであるが、物體の體積は温度によつても變はるから、それをしらべるために、まづ温度について考へてみよう。

熱い湯と冷い水とを混ぜると、なまぬるい水になる。このことは、例へば濃い砂糖水と薄い砂糖水とを混ぜると、中ぐらゐの甘さの砂糖水になると似てゐる。湯と水とを混ぜる場合、この砂糖に相當するものは何か、またそれは分量を測ることができるものであ

るかどうか、實驗してみよう。

[實驗] 1. 圖のやうな容器¹⁾に溫度計を立て、分量を測つた湯を入れて、その温度をよむ。次に、別の容器にやはり分量を測つた水を入れて、その温度をよみ、これを先の容器の中に



注ぎこみ、細い棒でよく混ぜて、混じつた湯の温度をよむ。

[考察] 1. この實驗から、三つの温度と三つの水の量との間には何か關係がないかを、考へてみよ。

詳しい實驗をすると、

$$\begin{aligned} & (\text{湯の温度}) \times (\text{湯の量}) + (\text{水の温度}) \times (\text{水の量}) \\ & = (\text{混合物の温度}) \times (\text{混合物の量}) \end{aligned}$$

といふ關係のあることがわかる。このこと

1) 魔法瓶がよい。

からわれわれは、ある物体の温度は、それがもつてゐる熱と呼ばれるものの分量によつてきまるものと考へることができる。

熱の分量を熱量といふが、その単位として、水 1g を温度 1 度だけ上げるのに必要な熱量を用ひ、これを 1 カロリー、その千倍を 1 キロカロリーといふ。

このやうな考へからすれば、上の式は、

$$\begin{aligned} & (\text{湯のもつてゐた熱量}) + (\text{水のもつてゐた熱量}) \\ & = (\text{混合物のもつてゐる熱量}) \end{aligned}$$

といふことになる。

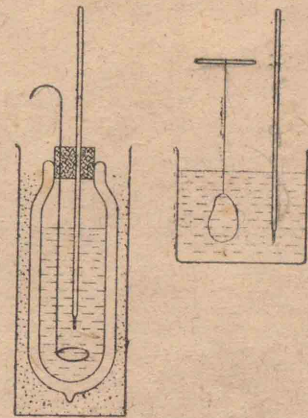
温度が 0 度以下のときは、熱量がどうなるかといふことが疑問になるが、0 度は人が勝手にきめたものであるから、温度のほんたうの零點¹⁾はもつとずつと低い所にあると思へばよい。

2. 熱容量と比熱

実験 1 では水だけをしらべたが、他の物質では熱の出入りはどうなるであらうか。

1) 47 頁で學ぶ。

〔実験〕 2. まづ実験 1 の第一の容器の中に、分量を測つた湯を入れて、その温度をよむ。次に、第二の容器に水を入れ、その中へ糸をつけた任意の物体を暫くつけておき、その温度をよみながら、注意して物体を第一の容器の中に入れ、水をかきまぜて温度が一定になるまで待ち、一定になつたときの温度をよむ。



この実験で、物体は温度 1 度上るのに幾カロリーの熱をとつたかを計算せよ。

この実験では、物体が熱をとるやうにしたが、反対に物体を熱しておいて、それを水の中に入れれば、物体から熱を出さすやうにすることもできる。実際にこれを行つてみると、物体の温度が 1 度上るときに吸収する熱量は、それが 1 度下るときに放出する熱量に等しいことがわかる。

一般にある物体の温度を1度上げるために、それに與へなければならない熱量を、その物体の熱容量といふ。

実験1や2で、第一の容器の壁や、その中の温度計も温まつたのであるから、詳しく実験するには、それらの熱容量も考に入れなければならない。

温度計などと違つて、1種類の物質でできたものでは、その1g當りの熱容量がわかれば、全體の熱容量がわかる。

ある物質1gを温度1度だけ上げるのに必要な熱量を、その物質の比熱といふ。

(問題) 実験2で使つた物質の比熱を計算せよ。

③ 熱の發生と移動

熱が他から來ないで、その場所でおこることがある。どんな場合であるか、なるべく多くの場合をあげてみよ。

ここで大切なのは、單に物と物とをすり合はせるとか、打合はせるとかして熱のおこる場合であ

る。このことから、熱といふのは、實は物質の非常に細かい部分の運動であることが想像される。實際この考は、今日正しいものとされてゐる。

このやうにいろいろな原因でおこつた熱は、甲の物体から乙の物体へと移動する。次にこの移動についてしらべてみよう。

(1) 輻射

熱してゐる煖爐に手をかざすと温かく感じるが、手と煖爐との間に板をはさむと、すぐに温かさを感じなくなる。

先に温かく感じたのは、温度の高い物体からは輻射線といふ光のやうな性質のものがたくさんに四方へ出てゐて、それがものに當ると吸収されて、熱になるからである。

輻射による熱の移動は、離れた二つの物体の間に行はれる。地球が太陽から熱を受取るのも、この輻射によるのである。

(2) 傳導

さじを熱い湯の中へ入れておくと、柄まで

熱くなつてくる。このやうに一つづきの物體の中で熱が移動するのを、熱の傳導といふ。

熱の傳導が物質で違ふことは、上の場合に、木のさじを使つてみればわかる。この違ひを表はすために、熱傳導率といふ量を用ひる。

熱傳導率は、1cm の厚さの板の兩側に1度だけの温度の違ひがあるとき、その1cm² の面積を通して、毎秒流れる熱の量で表はす。

熱傳導率の割合だけについていへば、銅の熱傳導率を1とすると、ガラス木材では數百分の1、綿フェルトでは1萬分の1以下である。

綿フェルトなどの熱傳導がわるいのは、その中に熱傳導の非常にわるい空氣があるからである。

(3) 對流

煖爐の近くの空氣が上つて上の方を温め、その代りに窓際の冷い空氣が床を這つて煖爐の方へいくやうな現象を對流といふ。對流は熱が物質についたままで運ばれる現象である。

魔法瓶 魔法瓶は二重にしたガラス瓶の壁の間を真空にし、内側を銀メッキしたものである。これは、銀は輻射線をよく反射するからである。真空にするのは何のためか。



人間の身體からは適度に熱を發散させることが必要であるが、しかし氣温が體温より餘り低くて、熱が發散しすぎてもよくない。衣服は身體を適度に保温するためのものである。

4. 熱膨脹

1. 固體の膨脹

われわれは熱について知つたから、これから熱による物體の長さや體積の變化についてしらべてみよう。

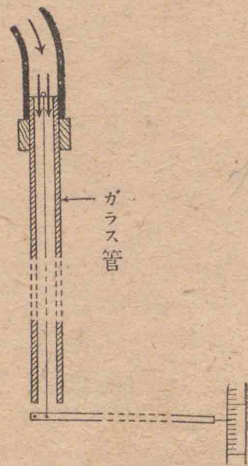
温度が高くなると物體の體積が増すのは、物體の非常に小さい部分の運動がはげしくなつて、そのために全體の占める體積が大きくなるのであると考へられてゐる。

まづ固體についてしらべてみよう。

(1) 線膨脹

汽車のレールの継目にすき間があいてあるのをみたことがあるであらうが、それは何のためと考へるか。

〔実験〕 1. 圖のやうに、しらべようと思ふ物質の細い棒をガラス管内に縦につるし、下の端に伸びを測る指針をつけて、そのよみをとる。次にガラス管に 100 度の蒸氣を通して熱し、そのときの指針のよみをとる。

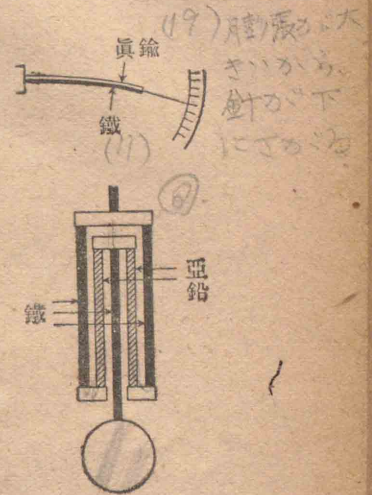


それらから温度が 1 度上る毎に、その棒はどれだけ伸びるかを計算せよ。

一つの物質の温度が 1 度上る毎に伸びる長さをもとの長さで割つた値を、その物質の線膨脹率といふ。

貼合せ温度計や補正振子は線膨脹率の違ふ 2 種の金属を組合はせてつくつたものである。圖から考へて、その働を説明せよ。

(問題) 1. 鐵の線膨脹率を 100 萬分の 11, 亞鉛の線膨脹率を 100 萬分の 29 として、補正振子での鐵と亞鉛との長さの割合を求めよ。



(2) 體膨脹

實驗 1 で測つたのは一方向きの伸びであつたが、伸びはどの向きにも同じやうにおこるから、體積も膨脹する。ある物質の温度が 1 度上る毎に増した體積をもとの體積で割つた値を、その物質の體膨脹率といふ。

〔考察〕 1. 銅の線膨脹率は約 100 萬分の 15 であるが、體膨脹率はいくらか。

一般に體膨脹率は線膨脹率の何倍としてよいか。

2. 液體の膨脹

水銀溫度計でわかるやうに、液體も溫度が上ると體積が増す。液體の體膨脹率は普通固體の體膨脹率に比べて遙かに大きい。

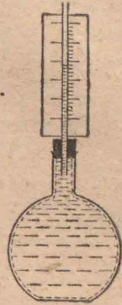
水銀の體膨脹率は約10萬分の18であるが、ガラスの體膨脹率は10萬分の2ぐらゐにすぎない。

水には0度から4度までは溫度が上ると、却つて收縮するといふ珍しい性質がある。4度から上では普通のやうに膨脹するから、水の密度は4度のときが最も大きい。

見かけの膨脹 液體はいつでも器の中に入れて熱しられるから、溫度が上つて液體が膨脹するとき、その器の容積も一しよに増せば、見かけの上では、その差だけしか膨脹しなかつたやうにみえる。次に器が膨脹するとき、その容積もまた増すかどうかをためしてみよう。

[實驗] 2. 圖のやうな装置を用ひ、水が

細管の部分まで上つてゐるやうにして、フラスコを湯の中へつけ、細管の液面の動を觀察せよ。



[考察] 2. 容器を熱すると、その空洞の容積が増すのはなぜか。

(問題) 2. 水銀溫度計で、溫度が1度上るとき、水銀の 見かけの膨脹 の割合はいくらか。
かゝたぐい、水ノ膨脹

液體での對流 液體の溫度が場所によつて違ふ所があると、氣體でみられるのと同じやうな對流がおこる。

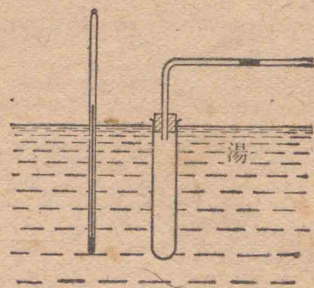
(問題) 3. 池の水が上から冷えていくと、對流のために底の方まで冷えるが、この對流は水溫が何度になつたらやむか。

3. 氣體の膨脹 — 何れも 筆付 — 一年か
冬書きものをしてゐる 萬年筆 から、インキがあふれ出したことはないか。このことは萬年筆の中がどういふ状態のときにおこる

41 を 517 へ

のであらうか。それと関係のある氣體の膨脹についてしらべてみよう。

〔實驗〕3. 試験管の栓に直角に曲つたガラス管をさしこみ、
ガラス管の水平の部分に液體を1滴入れて目じるしにし、試験管をいろいろな溫度



の湯につけたときの目じるしの動から、氣體の體積と溫度との圖表をつくつてみる。まづ體積の増加の測り方を工夫して、この實驗を試みよう。

詳しい實驗によると、氣體では、種類に関係なく體膨脹の様子はみな同じで、0度のときの體積を1とすると、溫度が1度上り下りする毎に273分の1づつ増減することがわかつてゐる。(氣體膨脹の法則)

氣體溫度計 氣體の熱膨脹には、このやうに簡

單な性質があるので、氣體で溫度計をつくつて詳しい研究に用ひる。

氣體溫度計がどんなに低い溫度まででも使へるものとしたら、零下273度では、この溫度計に用ひた氣體の體積が零になつてしまふはずである。

實際には、その前にどんな氣體も液體になつてしまふので、體積がなくなりはしない。しかし氣體の熱膨脹が氣體の種類に関係なく一定してゐることは、大切な意味をもつてゐる。

絶対溫度

いろいろな研究から、零下273度の近くのある溫度よりも低い溫度はあり得ないと考へられるので、この溫度を絶対零度、これを起點として上の方へ普通の溫度と同じ度盛で數へた溫度を絶対溫度と呼ぶ。

このきめ方に随ふと、普通の溫度の0度は絶対溫度の273度になるわけである。

氣體の法則 すでにわれわれは氣體の體積が壓力の強さによつてどう變はるかを知

つた。今また氣體の體積が溫度でどう變はるかを知つたのであるから、溫度と壓力と兩方のためにどう變はるかをいひ表はすことができる。このやうに、氣體の體積と溫度並びに壓力との關係をいひ表はしたものを氣體の法則といふ。

〔考察〕 3. 氣體の法則を、絶對溫度と壓力の強さとを用ひていひ表はせ。

氣體の斷熱變化 空氣液化装置¹⁾の氣體壓縮機で行はれてゐるやうな急な壓縮の仕方をする時、氣體の溫度は著しく上る。このやうに熱の流れ出るいとまのないやうにして行ふ壓縮を斷熱壓縮といふ。

反對に氣體を急に膨脹させると、その溫度は著しく下る。このやうなのを斷熱膨脹といふ。

これらの斷熱變化では、ひとりでおこる溫度の上り下りがあるから、氣體の法則をそのままあてはめるわけにはいかない。

1) 56 頁をみよ。

状態の變化

これからしらべる變化

氷がとけて水となり、水が蒸發して水蒸氣となることは、われわれの日常經驗してゐることである。このやうに、大抵の物質は固體・液體・氣體の三つの状態にあることができる。ある物質はどういふ場合に固體になり、どういふ場合に液體・氣體になるのであらうか。また一つの状態から他の状態に移るとき、それにつれてどんなことがおこるか。次にそれらについてしらべてみよう。

1. 状態は何できまるか

1. 融解と凝固

水を温めて0度になると融解し始め、反對に水を冷やして0度になると凝固し始める

であらう。このやうに、0度では水は液體でも固體でもゐられるが、それより上の溫度では液體、下の溫度では固體でしかゐられない。それ故この場合、状態の違ひは溫度できまる。

これと同じやうなことは、大抵の他の物質でもみられる。このやうに固體がとけ始める溫度を、その物質の融點¹⁾といふ。

2. 蒸發と凝結

物質の状態は、このやうに溫度によつて變はるが、また壓力によつても變はる。特に物質が蒸氣になる場合に、それが著しい。次にこれについてしらべてみよう。

水を皿に入れておくと、蒸發してなくなつてしまふが、水を瓶に入れて栓をしておくと、水が少いときでもいつまでもなくなる。

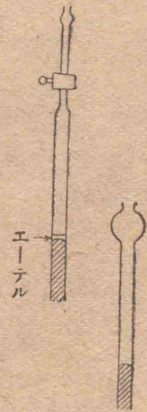
1) 融點は外から加へる壓力によつて多少變はる。また物質によつてはガラスのやうに融點のはつきりしないものもある。

ことは、われわれのよく知つてゐることである。このことから、蒸發には氣體の擴がる場所がいり、一定の場所へは一定の量しか蒸發できないものであることがわかる。これをもつと詳しくしらべてみよう。

〔實驗〕 1. 14頁のところを用ひた圖の

やうな装置を、いま一度使はう。

まづ先に行つたと同じ方法で、左の管の上部を眞空にし、兩管の水銀面の高さの差から、そのときの大氣壓を求め。それから右の管を上げ下げしながら、左の管の上部にエーテルを



少し入れて栓を閉ぢ、右の管を下げて左の管の上部に少しの空所ができるやうにする。さうするとエーテルは蒸發して、この空所を充たすやうになる。そこで蒸氣の壓力を水銀柱の差を測つて求める。

次に空所の體積を次第に増していき、それぞれの場合の空所の體積と壓力とを測つて、これらの量の間の關係を表はす圖表をつくれ。

〔考察〕 1. この實驗で、空所の體積を次第に増していくとき、(1)液體が少しでもある間は、蒸氣の壓力はどんな値になるか、(2)そのとき液體の分量は次第にどう變はるか、(3)液體がなくなつてしまつてからは、蒸氣の壓力はどう變はるであらうか。

上の實驗でみたやうに、液體と一しよに閉ぢこめられて、一定の狀態に達してゐる蒸氣を飽和蒸氣、その狀態を飽和の狀態といひ、そのときの蒸氣の壓力を飽和蒸氣壓、または飽和壓といふ。飽和壓に達してゐない蒸氣は、不飽和の狀態にあるといふ。

次に、蒸氣はどのやうにして凝結するかをしらべてみよう。

〔實驗〕 2. 實驗 1 を行つた後、引きつづいて、左の管の空所の體積を次第に減らして、その中の蒸氣を壓縮してみよ。

〔考察〕 2. この實驗で、(1)不飽和の蒸氣を壓縮すればどうなるか、(2)飽和蒸氣を壓縮すればどうなるか。

ここではエーテルについてしらべたが、エーテルばかりではなく、ある溫度で、ある物質が液體であるか氣體であるかは、その受ける壓力できまるのである。

昇華 上にしらべた液體と氣體との間の移り變りと同じやうなことは、固體と氣體との間にもおこる。樟腦を長い間大氣中に放置するとなくなつてしまふことや、硫黃の蒸氣が直接固體になつてものにつくことなどはその例である。このやうに、固體が直ちに蒸氣になり、または蒸氣が直に固體になる現象を昇華といふ。

雪は水蒸氣が直接固體になつたものと考へられてゐる。また、固體炭酸は空氣中で直接氣體になるから、物を冷やす目的に使へば、物が濡れなくて便利である。

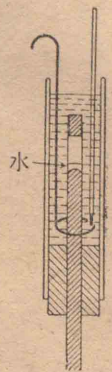
空氣中への蒸發 先の實驗では、液體を眞空中に蒸發させたのであるが、空氣中に蒸發させても全く同じやうに蒸發する。ただ蒸發の仕方がいくらかおそいだけで、飽和したときの蒸氣の壓力は、眞空への場合と等しい。その場合の混合氣體の壓力は、空氣の壓力と飽和蒸氣壓との和に等しくなる。

このことは非常に不思議なことであるが、空氣も蒸氣も非常に細かい粒からできてゐて、それらは互に衝突はしても、引き合ふとか、斥け合ふとか、結びつくとかいふやうなことが殆どなく、互に他と關係なく入り混じることができると思へば大體わかるであらう。

3. 飽和壓は溫度でどう變はるか。

〔實驗〕 3. 圖のやうな装置で、左の管の

上部に水を少し入れ、水の溫度をいろいろに變へて、それぞれの溫度での飽和蒸氣壓を測り、溫度と飽和蒸氣壓との關係を表はす圖表を作れ。



沸騰

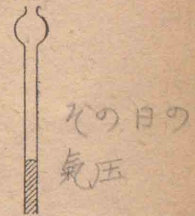
〔考察〕 3. 沸騰は、液體の飽和蒸氣壓が何に等しくなつたときにおこる現象であると考へるか。

液體が 1 氣壓の下で沸騰する溫度を、その液體の沸點といふ。

4. 氣體の液化

飽和蒸氣壓の性質からわかるやうに、常溫で液體の状態にある物質は、常溫での飽和蒸氣壓が、1 氣壓より小さいものばかりである。

(問題) 揮發油などは容器の蓋を氣密にしておかないとなくなり易い。なぜか。



常温での飽和蒸気圧が1気圧より大きい物質でも、これに必要なだけの圧力を加へれば常温で液化することができる。

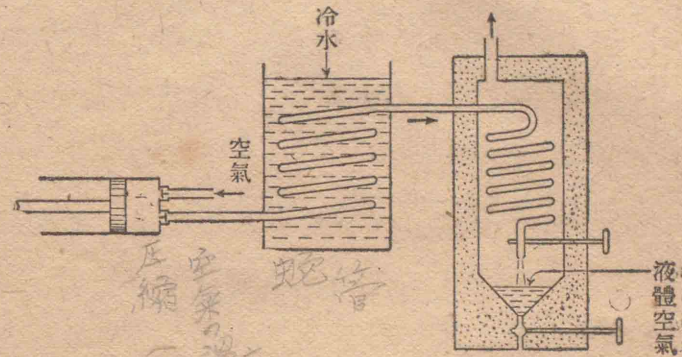
例へば、アンモニアの飽和圧は常温で数気圧であるが、圧縮機でそれ以上の圧力に圧縮すれば液化する。これが製氷などのとき、アンモニアを液化する仕方である。

臨界温度 気体はいつでも圧縮すれば液化できるといふわけではない。

例へば、空気は何かの方法で零下140度以下に冷やしてからでなければ、いくら圧力を加へても液化しない。

このやうに、ある温度以下に冷やさなければ、どんなに圧縮しても液化しないその温度を、その物質の臨界温度といふ。

・空気の液化 実際の空気液化装置では、空気を零下140度以下に冷やすのに、空気自身の膨脹を利用する。次の圖は簡単な空気液化装置の要部



であるが、空気をまづ200気圧ぐらゐに圧縮し、そのために温度の上つた空気を、水で常温に冷やし、それを細い管から噴き出させる。このやうに細い孔から急に噴き出した空気は、温度の下る性質があるので、その冷い空気の後から来る空気を冷やす。これを暫くつづけてゐると、この装置内の温度は次第に下つて、空気の臨界温度以下になり、つひに空気は液化するのである。

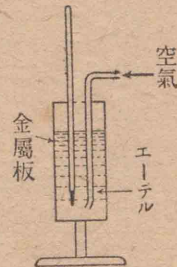
液体空気はこれを蒸發させることによつて、窒素と酸素とにわけゝるのに用ひられる。

5. 大氣の濕度

大氣中の水蒸気が飽和状態に近いときには、水は殆ど蒸發しないが、不飽和の状態にあ

ればあるほど盛に蒸發する。この程度を表はすのに、濕度といふ量を用ひる。濕度は大氣中の水蒸氣の現在の壓力を、現在の氣温に對する飽和壓で割つて 100 を掛けたものである。

濕度の測り方 露點濕度計は、よく磨いた金屬板を裏面から冷やすことができるやうにしたものである。金屬板が冷えて、しまひに大氣に接してゐる面に露がつくときの溫度、即ち露點を測るやうになつてゐる。



〔考察〕 4. 露點と大氣の現在の溫度とから、濕度を計算するにはどうすればよいか。

毛髮濕度計は、毛髮が濕つた空氣中では伸びるので、その性質を利用したものである。

木材、その他多くの物質は濕度によつて體積が變はるから、それらで器具などをつくる時には注意しなければならない。

2. 状態の變化と一しよにおこること

1. 融解の潜熱

どんな物質でも、融解がつづいてゐる間は、外から熱しても、溫度は一定に保たれるが、これはなぜであらうか。

〔實驗〕 1. 溫度計を立てた魔法瓶に、分量を測つた湯を入れて、その溫度をよむ。次に、その中に 0 度の氷片をいくつか入れて、細い棒でかき廻し、氷がとけ終つたら、再び溫度をよみ、そのときの水の量を測れ。この實驗からどんなことがわかるか。

どんな物質でも、融解するときには熱を吸收する。物質 1g が融解するとき吸收する熱量を、融解の潜熱といふ。

實驗によると、氷の融解の潜熱は約 80 カロリーである。

液體が凝固するときには、反對に 1g につ

いて融解の潜熱と同じだけの熱量を放出する。

2. 氣化の潜熱

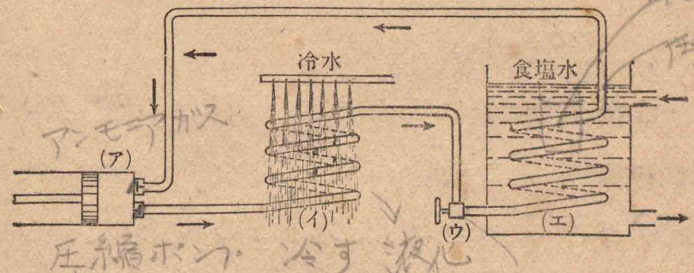
液體の沸騰中も、温度は一定に保たれるが、實驗をしてみると、液體が蒸發するとき周圍から熱を奪ひとることがわかる。このやうに、液體が蒸發するとき、その 1g 毎に吸収される熱量を、氣化の潜熱といふ。

實驗によると、100度での水の氣化の潜熱は約 540 カロリーである。

〔考察〕 1. 氣象の觀測のとき使つた乾濕球溫度計で、濕度を測ることができるわけを考へよ。

蒸氣が液化するときには、蒸發するときと反對に、1g について氣化の潜熱と同じだけの熱量を放出する。蒸氣煖房はこれを利用したものである。

製氷機 氷をつくつたり、物を冷やしたりする場合には、液體アンモニアなどの氣化の潜熱が利用される。



圖は製氷機の原理を説明したものである。アンモニアの液化のことは、先に知つたが、(ア)で壓縮されたために温度の上つた氣體アンモニアは、(イ)で、蛇管の外から冷水で冷やされて液化する。

このやうにしてできた常温で壓力の高い液體アンモニアは、活栓(ウ)を通つて壓力の低い蛇管(エ)の中に噴出し、蒸發して氣化の潜熱を吸収して、周圍の温度を下げる。蛇管(エ)の中の氣體アンモニアは、再び壓縮機(ア)で壓縮されて、装置内を循環する。蛇管(エ)は濃い食塩水の中に浸されてゐるが、濃い食塩水は 0 度以下かなりの温度まで凝固しない。水ばかりでなく液體に何かをとかすと、その凝固點が下るものである。このやうにして冷やされた食塩水の中に容器をつるし、それに飲料

水を入れて凝固させるのである。

冷凍装置は上のやうにして冷やした食塩水を導き入れたもので、そこへ魚類などをおいて凍らせるのである。

固体が蒸発するときにも、氣化の潜熱を吸収する。固体炭酸が物を冷やすときに使われるのは、これを利用したものである。

3. 體積の變化

水の比重は約 0.92 であるから、水が氷になるとき、體積が 1 割近くも増すことがわかる。

このやうに、凝固するとき體積が増すのは、特別な例であるが、水はこの性質のために非常な破壊作用を行ふ。凍つたために水道の鐵管に裂目ができるのはよくおこることである。

普通の物質ではこれと反對に、凝固するとき體積が減る。

〔實驗〕 2. 融解したパラフィンが凝固するとき、體積がどう變はるかを観察せよ。

活字金は凝固するときに收縮しないので、よく型通りのものを鑄ることができるのである。

液體が蒸発するときには、體積が非常に増す。實驗によると、水が 100 度で蒸発するときに、體積は約 1650 倍になる。

實質の變化

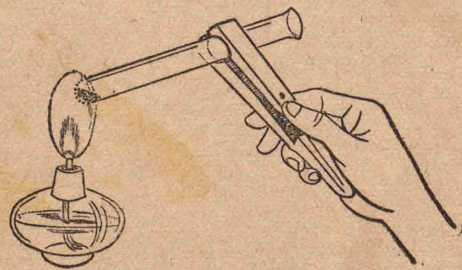
これからしらべる變化

1. 物を熱するときにおこる變化

今までに、物を熱するとき、長さや體積や状態が變はる場合をしらべたが、この他に何か別な變化のおこる場合はないであらうか。

- 砂糖を熱するときにおこる變化についてしらべてみよう。

〔實驗〕 1. 砂糖を大豆粒ほど試験管に入れ、圖のやうに口の方を少し高くしてもち、からからになるまで熱する。残つたものの色や味を砂



糖と比べてみよ。

この實驗で、砂糖は熱しられたために、その實質が變化して、別のものに變はつてゐる。

これから、いろいろのものを主に熱するときにおこる實質の變化についてしらべてみよう。

(問題) われわれの周圍で實質の變化のおこる例をあげよ。

2. 實質の變化のおこつたことの見つけ方

あるものの實質が變化したときは、そのものの性質とは違つた性質が現れるはずであるから、それを見つけ出せば、實質の變化のおこつたことがわかる。

實質の變化がおこつたかどうかを知るためには、色、臭、普通の溫度での状態、水・アルコールなどと混ぜたときのとけ方、いろいろな藥

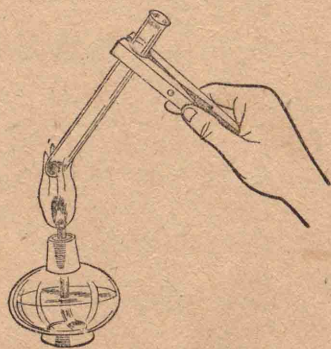
¹⁾品を加へたときにおこる變化などをしらべてみるとよい。一つだけでなく、なるべくいくつもしらべた方がよい。

1. 硫黄と鐵とを混ぜたものの加熱

1. 硫黄と鐵とを混ぜて熱するときの變化

硫黄の粉と鐵の粉とを混ぜて熱するとき、どんな變化がおこるかをしらべてみよう。

〔實驗〕 1. 約 1g の硫黄の粉と約 1.5g の鐵の粉とを紙の上でよく混ぜる。約 10 分の 1 を次の實驗に使ふために残し、あとは試験管に入れ、圖のやうに



¹⁾ 藥品を加へて實質の變化をおこさせてみるのである。どんな藥品を加へたならばよいかは、一概にはいへない。

して、底を約 2 分間よくみながら熱する。冷えてから試験管の中のものを取り出し、紙の上でつぶして粉にせよ。

この熱しられたものは、もとのままの硫黄と鐵とであるか、それとも實質に變化がおこつてゐるかどうかをしらべてみよう。

實質の變化がおこつてゐても、全部ではなくて、變化をしない硫黄と鐵とが残つてゐるかもしれない。しかし、硫黄鐵のどちらとも違つた性質が見つけ出されたならば、實質の變化のおこつてゐることは確である。

熱する前と後とで、色、その他の性質に違ひがないか。¹⁾

この場合に實質の變化がおこつたかどうかを確めるには、熱したものと熱しないものとに硫酸²⁾を加へて、その様子、臭などを比べて

1) 蟲めがねでみるとよい。

2) 硫酸や塩酸は實質の變化がおこつたかどうかをしらべるのによく用ひられる。

みるとよい。

〔実験〕2. 実験1で熱したものの粉と熱しないで残しておいたものとを別々に試験管に入れ、10%硫酸を約 5cm^3 加へて、その様子、臭¹⁾を数分間ときどき比べてみよ。

この実験から考へて、硫黄と鐵とを混ぜて熱したものは實質に變化がおこつてゐるか。

実験1でおこつたのと同じやうな變化は、硫黄または鐵だけを熱してもおこるかもしれない。この點を確めるために、次の実験を試みよう。

〔実験〕3. 硫黄または鐵だけを実験1と同じやうに熱し、冷えてから実験2と同じやうに硫酸を加へてその様子、臭をしら

1) 臭をしらべるときは、試験管の口を鼻から10cmぐらゐはなし、まづ手であふぐやうにする。はつきりしないときには鼻に近づけてかいでみる。

べてみよ。

これらの実験の結果から、硫黄と鐵とを混ぜたものを熱するときには、混ぜないで別々に熱したときとは違つて、特別な實質の變化がおこることがわかる。

2. 硫黄と鐵との間におこる變化

硫黄と鐵とを混ぜたものを熱すると、硫黄の性質も鐵の性質も示さない¹⁾、どちらとも違ふ性質のある別の一つのものできるのである。この新しくできるものは、單に硫黄と鐵とが混り合つたものではなくて、硫黄と鐵とが働き合つて結びついたものである。

このやうな變化を化合といひ、化合によつてできたものを化合物といふ。硫黄と鐵と

1) 硫黄と鐵との混ぜ方や熱し方にもよるが、大抵どちらかが變化しないで少し残るから、硫黄と鐵とを混ぜて熱したものには、硫黄または鐵の性質もみとめられることが多い。

の化合物を硫化鐵といふ。

化合は硫黄と鐵との場合のやうに、2種類のもの
の間におこるだけではなく、3種類以上のもの
の間でもおこる。

精密な研究によると、硫黄と鐵とが化合し
て硫化鐵となるとき、硫化鐵の重さは化合し
た硫黄の重さと鐵の重さとの和に等しい。
このやうなことは、他のものの化合するとき
にもみられる。

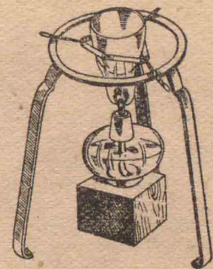
(問題) ただ混じつてゐるものでは、そ
れぞれの性質がそのまま残つてゐるはず
であるから、適當にある性質を利用すると、
もとのものにわけることができるはずで
ある。硫黄と鐵とを混ぜたものを、硫黄と
鐵とにわける方法を工夫し、實際にやつて
みよ。

2. 空氣中での銅・鐵などの加熱

1. 銅を空氣中で熱するときの變化

空氣中で銅を熱するとき、どんな變化がお
こるかをしらべてみよう。

[實驗] 1. 約1cm平方
の銅の板を、研磨布でよく
みがいてから、るつぽに入
れ、中をみながら4、5分間
熱する。冷えてから紙の
上にとり出し、表面をガラス棒などでこす
つてみよ。



この實驗でみられた變化が、どんなもので
あるかを考へるために、銅を空氣中で熱する
とき、重さに變化がおこるか、また銅の實質が
變化して別のものに變はるかどうか、銅の粉
でしらべてみよう。

〔実験〕 2. 重さを測つたるつぼを熱しておき、正確に測つた銅の粉約1gを10回ぐらゐにわけて、少しづつ加へる。加へ終つてからも熱しつづけ、約5分後に火を消し、冷えてから重さを測つてみよ。銅の粉の重さはどうなつたか。

〔実験〕 3. るつぼの中の粉を耳かきに1, 2杯の量、試験管に入れ、10% 硫酸を約 5cm^3 加へて1, 2分間熱する。みがいた銅の板または銅の粉についても同じやうに実験してみよ。

〔考察〕 1. 銅を空気中で熱するとき、どんな實質の變化がおこるのであらうか。

銅を空気中で熱するときおこるやうな實質の變化を酸化といひ、できた化合物を酸化物といふ。銅の酸化物を酸化銅といふ。

〔問題〕 しまつておいた銅板や銅線の表面が、大抵少し黒ずんでゐるのはなぜか。

2. 鐵・マグネシウムを熱するときの變化
鐵及びマグネシウムを空気中で熱してみよう。

〔実験〕 4.

(1) みがいた鐵釘、または古針をピンセットで挟んで、アルコールランプの焰の上で數分間熱してみよ。

(2) マグネシウムのうすい小片をピンセットで挟んで、アルコールランプの焰に入れてみよ。

〔考察〕 2. この實驗でどんなことがわかつたか。

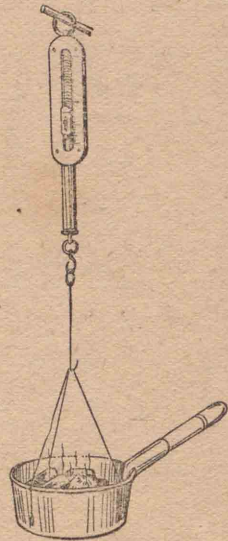
3. 木炭の燃焼

木炭は大部分炭素と呼ぶものからできてゐるが、こんろや火鉢で燃えるときにだんだん減つていくのはなぜか。

灰は何であらうか。

木炭が燃えるときに重さがどう變はるか
しらべてみよう。

〔實驗〕 重さを測つた
火おこしに、木炭を約100g
入れてよく火をおこし、圖
のやうにばね秤¹⁾に針金で
つるし、5分毎に重さをし
らべ、20分間つづける。木
炭の重さを縦軸に、測り始
めてからの時間を横軸に
とつて圖表をかけ。



重さは1分間平均²⁾どれだけ變はつたか。

木炭が燃えるときには熱が出るが、これは
炭素が燃えるときに出るのである。²⁾

固體は熱しられて高溫度になると赤く光り、温

1) さを秤でもよい。

2) 1gの木炭が燃えるときに7,8キロカロリー出る。

度が高いほど明かるく輝くが、木炭は燃えるとき
出る熱で高い溫度になり、赤く光るのである。¹⁾

〔考察〕 1. 炭火の色と1分間の重さの
減りとの間には、どんな関係があるか考へ
よ。

〔考察〕 2. こんろの風口を全部あけた
場合と、全部しめた場合とで、同じ量の鍋の
水が沸くまでの時間を比べ、その違ふ理由
を考へよ。

4. 硫黄の燃焼

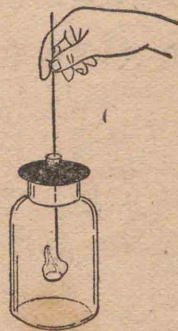
1. 空氣中で硫黄を燃やすときの變化

硫黄を空氣中で燃やすときおこる變化に
ついてしらべてみよう。

〔實驗〕 1. 小匙に3分の1ほど、硫黄の

1) 600度ぐらゐから赤くみえる。よくおこつてゐるとき
は1000度内外になつてゐる。

粉を燃焼匙にとり、アルコールランプの焰に入れて、全體に火をつけてから、圖のやうに廣口壺の中にさし入れてしつかり蓋をする。暫くそのままにおいてから、燃えてできたものの性質をしらべてみよ。



燃えてできたものは亜硫酸ガスといふものであるが、何と何との化合物であらうか。

2. 酸素中で硫黄を燃やすときの變化

空氣中で燃やすときと比べて、酸素中で硫黄を燃やしてみよう。

〔實驗〕 2. 酸素¹⁾を廣口壺に充たし、この中で實驗 1 と同じやうにして、硫黄を燃や

1) 粉の塩素酸カリ約 3g と粉の二酸化マンガン約 1g とを試験管に入れ、よく混ぜてから熱し、出てくる酸素を水の中に導いて壺に集める。或はポンベの酸素でもよい。

す。燃えるときの様子やできるものの性質を、空氣中での場合と比べてみよ。

3. 空氣中の酸素と窒素との割合

空氣中と酸素中とでは、ものの燃え方が違ふが、これは空氣が酸素と窒素との混じつたものであるためにおこるのである。

空氣中に酸素はどのくらいの割合で含まれてゐるかをしらべてみよう。

空氣中でもものを燃やし、或は熱して酸化がおこるとき、窒素は變化しないから、一定量の空氣の中で、ものを燃やし或は熱して、酸素を全部酸化物に變へ、これを窒素とわけることができるならば、窒素の量を測れば、空氣中の酸素と窒素との割合がわかる。

(問題) 銅の粉を用ひて、空氣中の酸素と窒素との大體の割合を知るには、どんな實驗をすればよいか。

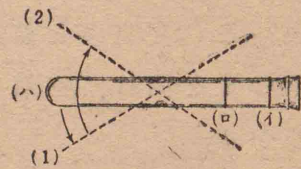
空氣中の酸素と窒素との割合を簡単に知

るには、黄燐を燃やすのがよい。それは、黄燐は空気中では、そのまま放置しておくか、或は少し温めるとすぐ燃え出すこと、燃え方はげしくて空気中の酸素全部と化合すること、できる五酸化燐といふ酸化物が水にとけやすいことなどのためである。

〔考察〕 五酸化燐の水にとけやすいことが、酸素と窒素との割合を知るのに、なぜ都合がよいか。

黄燐¹⁾を用ひて、空気中の酸素と窒素との割合を求めてみよう。

〔実験〕 3. 圖のやうな、ゴム輪²⁾を2箇つけた乾いた試験管と、



1) 黄燐は皮膚につくと非常に毒であるから、必ずピンセットで扱んでもたなければならない。また空気中で自然に燃え出すから、水の中に入れておき、実験のときは消火用の砂を用意しておく。

2) 直径 0.7, 0.8 cm のゴム管を 0.1 cm ぐらゐの幅に切つたもの。

これによく合ふゴム栓とを用意する。

大豆粒ぐらゐの黄燐を1箇、こし紙の上にくろがし、手早く水を取り、これを試験管に入れ、すぐ栓をしつかりして、ゴム輪の1箇をゴム栓の下面(イ)に合はせる。黄燐を(イ)(ハ)の中央近くにうつし、焰の上で黄燐を温めたる。黄燐はすぐとけるから、試験管を急に(1)の位置に傾けて黄燐を(ハ)の近くまで擴げ、次にすぐに(2)の位置に傾けて、黄燐を(イ)の近くまで擴げる。この間に黄燐は燃え出すであらう。そのまま4, 5分間放置する。第二のゴム輪は(イ)から3 cm ぐらゐのところへうつしておく。

この試験管をさかさに水槽の中に立て、ゴム栓をねぢりながら抜く。

次に、水の中でよく栓をしてとり出し、静かに3, 4回試験管を傾けて、中の水を流動させる。再び水中にさかさに立てて栓をとり、鉛直にもつて内外の水面を同じ高さ

にし、水面の位置(ロ)に第二のゴム輪を合はせる。1, 2分間そのままおいてから、¹⁾ゴム輪と水面とがあつてゐるかどうか確める。管の口を指でふさいで水からとりだし、管の中の氣體に燃えてゐるマッチをさし入れてみよ。この氣體は何か。

(ハ) - (ロ) 及び (ロ) - (イ) の間の容積を測れ。どうして測つたらよいか。(ロ) の位置をきめるときに、なぜ内外の水面を同じ高さにしたか。
中内外が同じ圧力

この結果から、空氣中の酸素と窒素との體積の割合を、酸素を1として求めよ。

空氣には窒素・酸素の他に、水蒸氣・アルゴン・炭酸ガスなどが少し含まれてゐる。平地では、これらの氣體の割合は、水蒸氣が場所や季節や天候などによつてかなり違ふ²⁾他は、どこでしらべても殆ど

- 1) 指の熱のために氣體が膨脹するから、試験管挟みで支へておくがよい。
- 2) 體積で約2%以下である。

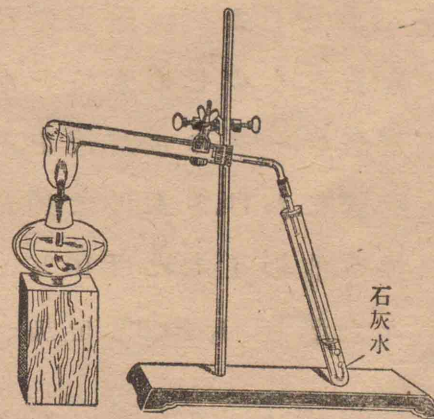
同じである。¹⁾

5. 重炭酸ソーダの加熱

1. 重炭酸ソーダを熱するときの變化
次のやうな装置で、重炭酸ソーダ²⁾を熱するときおこる變化についてしらべてみよう。

[實驗] 1.

乾いた試験管に重炭酸ソーダを約 0.5g 入れて底に集め、圖のやうにガラス管の先



を約 10cm^3 の石灰水の中にひたし、試験管の中及び石灰水をよくみながら、氣體が出

- 1) アルゴンは體積で約0.9%、炭酸ガスは戶外の新しい空氣には體積で約0.03%含まれてゐる。
- 2) 略して重ソーと呼び、また重炭酸ナトリウムとも呼ぶ。

なくなるまで熱しつづけよ。¹⁾

重炭酸ソーダを熱すると、何のできるこ
がわかつたか。

試験管に残つてゐるものが、もとの重炭酸
ソーダか、或は實質が變化した別のものか、し
らべてみよう。

〔實驗〕 2. 試験管に残つてゐるものを
なるべく少しの水でとかしたものと、及び重
炭酸ソーダの水溶液²⁾を、それぞれ 2 本の試
験管にわけ、1 本には 10% 塩酸 1, 2 cm³ を
加へ、他の 1 本には 10% の硫酸マグネシウ
ム水溶液 1, 2 cm³ を加へよ。

重炭酸ソーダを熱したとき、試験管の中に
残つたものは炭酸ソーダ³⁾と呼ぶものである。

實驗 1 と同じ装置で、試験管に重炭酸ソー

- 1) 火を消す前に石灰水の入つてゐる試験管をとり去る。
2) 試験管に残つてゐるものと同じくらの體積をとり、
なるべく少しの水でとかしたもの。
3) 炭酸ナトリウムとも呼ぶ。

ダを一杯につめて熱した場合にも、實驗 1 と
同じやうな變化がおこる。

〔考察〕 重炭酸ソーダを熱するときお
こる變化は、銅や木炭のときのやうに酸化
であらうか。

重炭酸ソーダを熱するときおこる實質の
變化は、一つの化合物が幾つかのものにわか
れる變化であつて、化合の逆の變化である。
このやうな變化を分解といふ。分解は熱し
て高い溫度にするとおこることが多い。

砂糖を熱するときおこる變化も分解である。

精密な實驗によると、重炭酸ソーダが全部
分解するときできるものの重さの和は、重炭
酸ソーダの重さに等しい。

このやうに、變化するものの重さが變化し
てできたものの重さに等しいことは、この場
合ばかりでなく、いろいろな實質の變化の場
合に、精密にしらべると必ずみられるから、ど

んな物質の變化の場合にもおこると考へられてゐる。これを質量保存の法則といふ。この法則は物質の變化をしらべるのに必要である。

2. 元素

化合物には、重炭酸ソーダや砂糖のやうに、熱すると分解するものが多いが、炭酸ソーダや食塩¹⁾のやうに、熱しても分解しにくいものもある。

分解する方法には、熱を加へて温度を高くする他にいろいろあつて、適當な方法を用ひると、炭酸ソーダや食塩も分解することができる。

ところが、酸素・炭素・鐵銅などはいろいろな方法を用ひても、分解することができない。

このやうな更に分解することのできないものが、現在約90種知られてゐる。これらを

1) 試験管で熱してみよ。

元素と呼んでゐる。化合物は元素の化合したものである。

元素の約4分の3は金屬と呼ばれるもので、残は非金屬と呼ばれるものである。

(問題) 金屬及び非金屬の例をあげよ。

元素を簡単な記號で表はすと便利であるから、それぞれ記號が定められてゐる。次にその例をあげる。¹⁾

酸素 O	硫黄 S	銀	Ag
窒素 N	塩素 Cl	アルミニウム	Al
水素 H	鐵 Fe	マグネシウム	Mg
炭素 C	銅 Cu	ナトリウム	Na

化合物は元素からできてゐるから、元素の記號を用ひて、これを表はすことができる。右にその例をあげる。

硫化鐵	FeS
酸化銅	CuO
炭酸ガス	CO ₂
亞硫酸ガス	SO ₂
食塩	NaCl
重炭酸ソーダ	NaHCO ₃
炭酸ソーダ	Na ₂ CO ₃

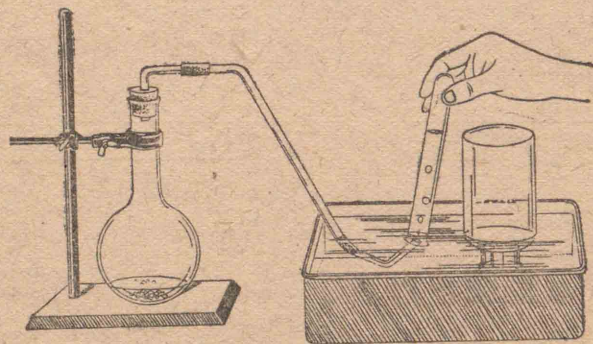
1) なほ主な元素の記號は一括して巻末の表にあげてゐる。

6. 水素の燃焼

1. 水素を燃やすときの變化

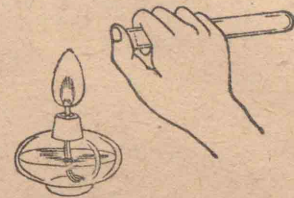
空氣中で水素 H_2 を燃やすときの變化についてしらべてみよう。

〔實驗〕1. 圖のやうな装置¹⁾のフラスコに、亜鉛 Zn を約 $10g$ 入れ、硫酸²⁾ H_2SO_4 を約 $50cm^3$ 加へて水素を發生させる。出てく

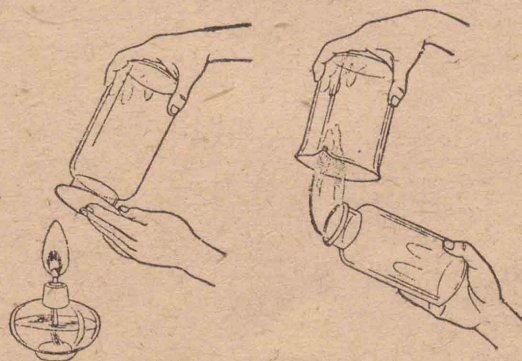


- 1) 何も入れない前に、管の先を口にくはへて強くふいてみて、息がもらないことを確かしておく。
- 2) フラスコを傾け、静かにすべらせて入れる。
- 3) 濃硫酸を約5倍の體積の水に少しづつ入れて稀めたもの。

る氣體を試験管に充たし、圖のやうにして焰に近づけて火をつけてみる。これをく



りかへす。にぶい音をたてて火がつくやうになつたときは、空氣を含まない水素が出てきてゐるのであるから、壺に一杯になるまで集め、水の中で蓋をしてとり出す。¹⁾圖のやうに蓋をしたまま下に向けてもち、焰に近づけておちついて蓋をとつて火を



つけ、すぐ静かに圖のやうに乾いたビーカー

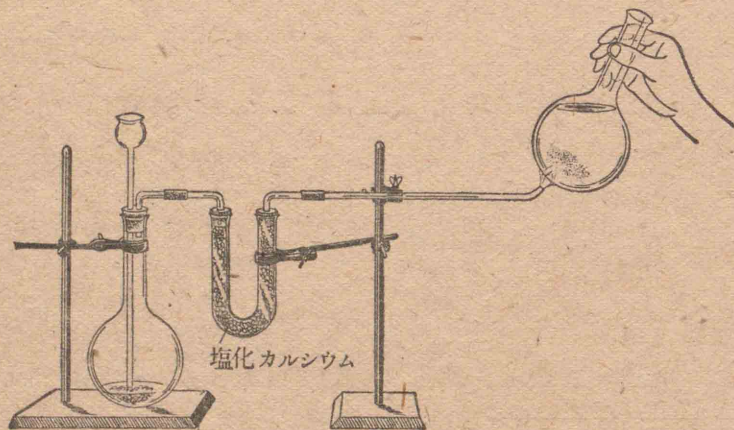
- 1) フラスコの硫酸はすぐ別の壺にあける。これは後に水素をつくる時に用ひる。亜鉛は水で洗つてしまつておく。

一で焰をおほつてみよ。

この実験から、水素が空気中で燃えるとき、何ができるかを推測せよ。

この推測を確かめるために、次の実験を試してみよう。

〔実験〕 2. 図のやうな装置の管の先に¹⁾ゴム管をつけ、その先を水の中に入れる。フラスコに亜鉛を 30—40g 入れ、これをおほふくらみに硫酸²⁾を加へる。実験 1 のや



- 1) 栓のところから水素がもらないやうに注意せよ。
- 2) 実験 1 と同じ濃さのもの。

うにしてしらべて、水素だけが出てくることがわかり、且つ水素¹⁾が盛に出てゐることを確かめてから、ゴム管をとり除いてすぐ管の端に火をつけ、焰を冷水を充たしたフラスコ²⁾の底にあててみよ。

水素が空気中で燃えるときは、どんな変化がおこるのか。

2. 水素と空気との混じつたものの爆発

実験 1 及び 2 で、水素が空気を含んでゐるときは、これに火をつけると爆音を發することを知つた。これから水素と空気とをいろいろな割合に混ぜた場合にはどうなるかをしらべてみよう。

- 1) 水素は水分を吸ふ作用のある塩化カルシウムをつめた管を通つてくる。
- 2) フラスコの中に冷水を流すと一層よい。変化がみとめられたならば、ぬれ布で管の端をおさへて焰を消せ。

【実験】3. 試験管に、その容積の10分の1の水を入れたものに、水中で水素を導いて静かに充たし、管の口を暫く指でおさへておいてから、口を焰に近づけ、おさへてみた指を離してみる。試験管にその容積の $\frac{2}{10}$ 、 $\frac{3}{10}$ 、 $\frac{4}{10}$ 、 $\frac{5}{10}$ 、 $\frac{6}{10}$ 、 $\frac{7}{10}$ 、 $\frac{8}{10}$ 、 $\frac{9}{10}$ の水を入れたもの及び水を充たしたものについても、同様に実験してみよ。

水素と空気との混合の割合と、それに火をつけたときの様子との間に、どんな関係がみとめられたか。

水素が空気中で燃えるときは、燃焼は主に水素と空気とがふれ合ふところでおこるのであるが、適当な割合の空気が水素に混じつてゐるときは、火をつけると、燃焼が一時に全體に擴がつて爆発の現象がおこるのである。

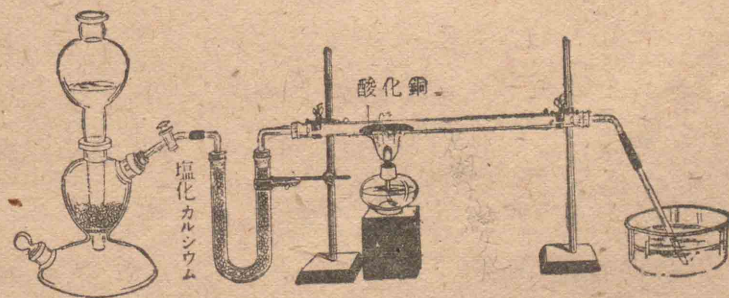
密閉した器の中で爆発がおこると、器の破壊する危険があるが、これを活用すれば非常に有効である。自動車・飛行機などの機關は、

揮發油と空気との混じつたものの爆発を活用したものである。

3. 水素の中での酸化銅の加熱

水素の中で、酸化銅 CuO を熱するときおこる変化についてしらべてみよう。

【実験】4. 圖のやうな装置¹⁾のガラス管に、粉または線状の酸化銅約5gを入れ、水分を含まない水素を通し、空気を全部追ひ出してから、更に水素を通しながら、酸化銅の部分¹⁾を注意して熱してみよ。



1) 栓のところから水素がもらないやうに注意する。ガラス管の水素を送りこむ端の方を少し高くしておく。

〔考察〕 1. この実験で、酸化銅と水素とはどんな反応をしたのであろうか。

酸化銅におこつたやうな變化を還元といふ。

〔考察〕 2. 酸化銅と水素との反応を利用して、水をつくつてゐる水素と酸素との重さの割合を求めることができるはずであるが、なぜか。またどうすればよいか。

7. 水の分解

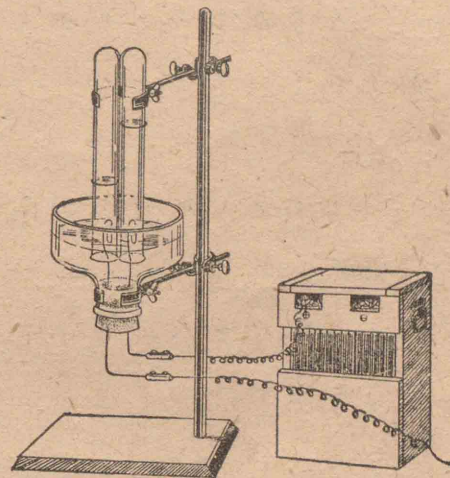
水は水素と酸素との化合物であることを知つたが、研究によると水は高い温度に熱しても分解しにくい。

しかし、苛性ソーダか硫酸を少し加へて、電池から電流を通すと、容易に分解する。

次に苛性ソーダをとかした水に、電流を通すときおこる變化についてしらべてみよう。

〔実験〕 圖のやうな装置に¹⁾ 2, 3%の苛

性ソーダ水溶液を入れ、水を充たした試験管2本²⁾を鐵線をおほふやうにさかさに立てる。鐵



線の他の端を電池の陽極と陰極とにつなぐ。一方の管の方に多く氣體が集まるであらう。これは電池のどちらの極につながつてゐるか。多く集まる方の試験管に、その容積の約4分の3以上氣體が集まつたとき、電流を切る。暫く放置して、液が大體透明になつてから、兩方の管の液面にゴ

1) ガラス壺を切つてつくつたものでよい。鐵線を2本通したゴム栓がしてある。

2) ゴム輪を1箇づつつけておく。

ム輪を合はせる。一方の管に集まるのは水素で、他の管に集まるのは酸素であるが、どちらが水素でどちらが酸素かしらべてみよ。

水素及び酸素の體積を測り、體積及び重さの割合を、水素を1として求めよ。

電流を通して、水素と酸素とができて、初に加へた苛性ソーダまたは硫酸は少しも減つてゐないことが、精密な實驗でわかつてゐるから、水素と酸素とは水が分解してできたのである。²⁾ このやうな電流によつておこる分解を電氣分解³⁾と呼ぶ。

〔考察〕1. この實驗で求めた水素と酸素との重さの割合は、水をつくつてゐる水素と酸素との重さの割合に等しいであらうか。

1) 0度1氣壓で、水素 1l の重さは約 0.09g、酸素 1l の重さは約 1.43g である。

2) 水だけでは電流が流れにくいので分解はおこらないのである。

3) 略して電解ともいふ。

水をつくつてゐる水素と酸素との重さの割合を精密に求めるには、酸化銅と水素との反應、または水素と酸素とを混ぜたものの中で、電氣火花をとばすとき、水ができる變化を利用するのがよい。このやうにして得られる割合は、何度繰返しても殆ど同じである。随つて、水をつくつてゐる水素と酸素との重さの割合はきまつてゐると考へられる。¹⁾

このやうなことは、他の化合物についても精密にしらべると、常にみられるから、化合物をつくつてゐる元素の重さの割合は、それぞれきまつてゐると考へられる。これを定比例の法則といふ。

〔考察〕2. 銅の粉を空氣中で熱すると、銅の重さのある割合以上には、重さが増さないのはなぜか。

1) 水素を1とすると、酸素は大體 7.9365 となる。

2) 例へば、酸化銅では銅を1とすると、酸素は 0.2516、炭酸ガスでは炭素を1とすると酸素は 2.6644 である。

8. アルコールの燃焼

1. アルコールを燃やすときの變化

銅・木炭・硫黄・水素などの元素を、空気または酸素の中で熱し、或は燃やすときは酸化物ができると知つたが、アルコールのやうな化合物を燃やすときは、どんなものができるであらうか。酸化物ができるとは推測されるが、それにもいろいろな場合があらう。どんな場合が考へられるか。

アルコールを燃やすときに、われわれの今までに知つてゐる酸化物ができるとどうかをしらべてみよう。

[實驗] 1. アルコールランプで、アルコールを燃やすときに、炭酸ガス・水・亜硫酸ガスができるかしらべてみよう。

1) エチルアルコールを略したもの。

[考察] 1. この實驗から、アルコールはどんな元素を含んでゐると考へられるか。

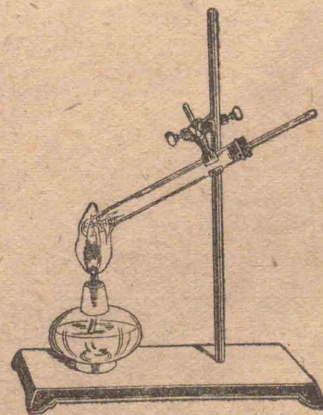
また、アルコールのやうな化合物が空气中で燃えるときは、どんな變化がおけると考へられるか。

2. アルコールの焰

氣體でも、液體でも、固體でも、燃えるときは大抵焰を生じるが、その外觀などからみて、焰は何であると考へられるか。

液體のアルコールがどうして焰を生じるか、次の實驗を参考として考へてみよう。

[實驗] 2. 約 0.5 cm³ のアルコールを時計皿に入れて火をつけ、燃える様子をよくみよう。次に圖のやうなガラス管をさした栓をした試験管で、



約 5cm^3 のアルコールを盛に沸騰させ、¹⁾ ガラス管の端にマッチの焰を近づけてみよ。

(問題) 揮発油がこぼれたとき、近くに火があると、火を引いて燃え出すことのあるのはなぜか。

3. アルコールの焰の温度

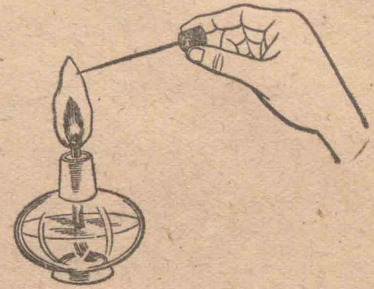
アルコールの焰は、アルコールが燃えるときに出る熱²⁾のために高い温度になつてゐるが、どの部分も同じやうな温度かどうかをしらべてみよう。

金^門その他、固体は高温度に熱されると、一般に赤く光り、温度が高くなるほど明かるく輝くことがわかつてゐるから、この性質を利用して、焰の各部の温度の高低を大體比べることができる。即ち圖のやうにして、古針の先を暫く焰の各部にさし入れて、その色や明かるさを比べればよい。

1) アルコールの沸點は78度である。

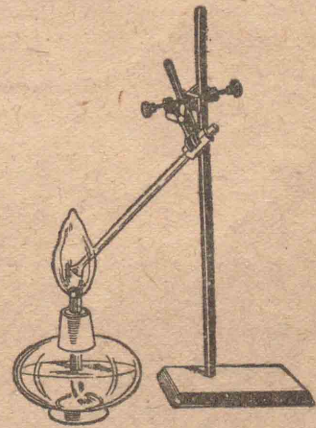
2) 1gのアルコールが燃えるときは、約7キロカロリーの熱が出る。

[實驗] 3. 上のやうな方法で、アルコールランプの焰の各部の温度の高低をしらべ、焰の圖をかいて、これにかき入れよ。



[考察] 2. 焰の芯の近くの温度と外側の部分の温度とが著しく違ふのはなぜか。次の實驗を参考として考察せよ。

[實驗] 4. 圖のやうに、アルコールランプの焰の芯の上に、長さ8,9cm、内径0.5, 0.6cmのガラス管¹⁾をさし入れ、1,2分たつて上端にマッチの焰をふれてみよ。



1) 下端を擴げ、上端を少し細くするとよい。

9. 燃焼・消火

1. ものが燃え出すのに必要な条件

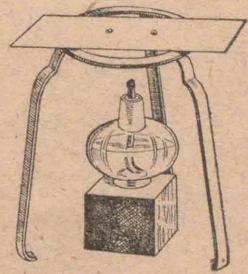
アルコールや木炭を空気や酸素の中に放置しておいても、そのままでは燃え出すことはないから、ものが燃え出すには酸素のあること以外に、何か必要な条件があることに気づくであらう。

〔考察〕 1. 新しく炭火をおこすときや、薪や石炭に火をつけるときの方法から考へて、ものが燃え出すのに必要な第二の条件は何であらうか。

更に、マッチの火の出し方や、昔行はれた木と木とをすり合はして火を出す方法を考へ合はして、第二の条件を考察せよ。

次の実験を行つて、この条件について更に考へてみよう。

〔実験〕 矩形¹⁾のブリキ板を三脚にのせ、ブリキ板の中央から、端の方へ2cmのところに米粒ぐらゐの硫黄の塊を、他の端の方へ2cmのところに米粒ぐらゐの黄燐²⁾をおき、中央の下に正しくアルコールランプをおいて火をつけ、2,3分間熱してみよ。



〔考察〕 2. この実験の結果から、第二の条件について何かわかることはないか。

〔考察〕 3. 木炭・石炭・薪などの一部に火がつくと、次第に全體に燃えうつるのはなぜか。

〔問題〕 1. 水をぬぐひとつた黄燐を空气中に放置すると、自然に燃え出すのはなぜか。

1) 幅 6, 7 cm, 長さ 17, 18 cm のものがよい。

2) こし紙の上にとろがして手早く水をとつたもの。

2. 消 火

空気中でもものが燃えるのに必要な条件から考へて、火を消すのに必要な条件をあげよ。

〔考察〕 4. 実際に行はれてゐる消火の方法をあげ、それぞれの方法について、火が消える理由を考へてみよ。

〔問題〕 2. 火事をおこさないためには、どんなことを注意しなければならないか。それぞれの理由をも述べよ。

〔問題〕 3. 焼夷弾が落ちたときの處置の理由を説明せよ。

10. 木片の加熱

1. 木片を空気中で燃やすときの變化

空気中で木片を燃やすときはどんな燃え方をするか、また何ができるかをしらべてみよう。

〔實驗〕 1. 乾いた細い木片の端に火をつけ、燃えていく様子をよくみる。燃えてゐる部分の上に5, 6cmはなして、乾いた廣口壺を、口を下に向けて持ち、燃えてできる氣體を集め、その中にわれわれの今までに知つてゐるものが含まれてゐるかどうかをしらべてみよ。また、燃えてゐる木片を水の中に入れて火を消してみよ。

〔考察〕 1. この實驗の結果から考へて、木材はどんな元素を含んでゐるか。燃えてゐる木片を消すと、なぜ炭が残るのか。

〔考察〕 2. 木片が燃えるとき、どうしてこの實驗でみたやうな燃え方をするのであらうか。

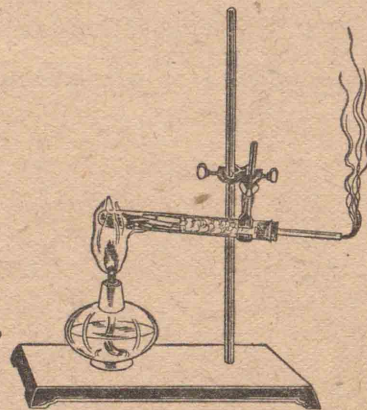
2. 空気を斷つて木片を熱するときの變化

木片の燃え方や、木片の燃えてゐるのを消

すと、炭の残ることについて、われわれの考へたことが、正しいかどうかを確かめるために、次のやうに、空気を断つて木片を熱するときおこる變化をしらべてみよう。

〔實驗〕2. 乾いた細い木片、或は古い割箸を長さ3, 4cmに折つて、約3gをなるべく正確に測つて試験管につめ、ガラス管をさしこんだ栓をして、

圖のやうに支へる。¹⁾ 中をよくみながら底の方から熱し始めて、次第に口の方へ熱していく。ときどきガラス管



の端に別の焰を近づけてみよう。木片のつめてある端まで熱したならば、また底の方から繰返して熱し、木片の様子が殆ど變は

1) 試験管の口の方を少し低くする。

らなくなるまでつづける。試験管が冷えたならば、試験管の口に皿をあてて、注意して栓をとり、液體を皿に集める。液體の様子、色、臭をしらべ、リトマス試験紙につけてみよう。また、試験管の中に残つてゐる炭¹⁾の重さを測り、木片の重さに對する百分率を求めよ。

この實驗でわかるやうに、木材の成分は、空気のないところで熱しられたために分解して、炭素などの固體の物質と氣體や液體の物質とになつた²⁾のである。

〔考察〕3. 木材を火に近づけておくと、黒く焦げるのはなぜか。

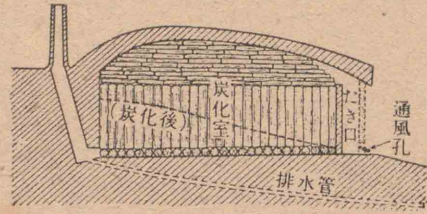
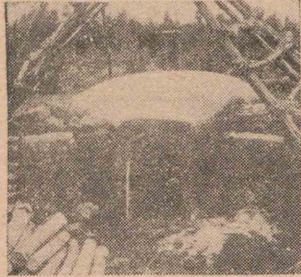
3. 木炭

木炭の表面及び斷面をよくみて、圖にかい

1) 實驗3に使ふから、別の試験管に入れて栓をしておく。
2) 氣體は主に水素・酸化炭素・メタンである。液體は大部分水で、醋酸・メチルアルコールなどを含み、水にとけにくい油状のものもある。

てみよ。

木炭はならくぬぎかしなどの木材を炭焼がまにひめ、熱してつくつたものである。



のである。たき口から木材に火をつけた後、口の大部分をふさいで、後部の煙突へ空気が少しだけ通るやうにしておくと、主に上部に積んである木材が次第に燃え、このとき出る熱のために、下部につめてある木材が熱しられて木炭となるのである。木炭には黒炭と白炭とがある。その製法の主な違ひは、黒炭は炭になつたとき、かまを密閉して冷やし、白炭は炭になつたとき、すぐかまから出して、しめつた土灰をかけて消す點である。

木炭は火鉢やこんろで燃やして、そのとき出る熱を利用する他に、次の實驗でみられるやうな性質を活用した用途がある。

〔實驗〕3. 乾いた試験管に、臭素¹⁾の蒸氣を少し入れ、實驗2でつくつた木炭²⁾を入れて栓をし、ときどきみながら約5分間放置せよ。

このとき、みられる現象は、木炭が氣體を吸ふ性質があるためにおこるのである。

一定量の木炭に吸はれる氣體の量は、木炭により、また氣體によつて違ふが、大體液化しやすい氣體の方が多く吸はれる。随つて臭素の混じつた空氣の中に木炭をおくと、臭素はよく吸はれるが、空氣はあまり吸はれない。

防毒面は木炭のこの性質を利用したもので、活性炭³⁾と呼ぶ吸ふ力の強い木炭を米粒大にして用ひる⁴⁾。

1) 有毒である。沸點は61度である。

2) つくつてから日數がたつてゐるときは、乾いた試験管に入れ、アルコールランプで2、3分間熱し、冷えてから使ふ。

3) 木炭を熱しておいて高温の水蒸氣を通すのは、製法の一つである。

4) 毒ガスには、活性炭に吸はれにくいものもあるので、防毒面の吸収函には、活性炭の他に、特別の藥品の粒(圖の補助吸収劑)や紙綿またはフェルト(圖の濾層)が入れてある。



(問題) 防毒面の吸収函は、使はないとき
にはなぜ蓋をしておくのか。

11. 石油の燃焼

1. 石油を空気中で燃やすときの變化

空気中で石油を燃やすとき、どんな變化が
おこるかをしらべてみよう。

[實驗] 1. アルコールランプの焰でよ
く焼いた 1, 2cm 平方の石綿のうすい板
に、石油を¹⁾ スポイトで 4, 5 滴おとし、ピンセ

1) 危険もあるから揮發油を用ひてはならない。

ットで挟んで、アルコールランプの焰で火
をつけ、焰をビーカーでおほつてみよ。

石油が燃えるときに出る油煙は何か。油
煙の他に、何かできるものがみとめられな
いか。

[考察] 1. 石油が空気中で燃えるとき、
どうして油煙を出すか考へてみよ。

石油の他にも、油煙を出して燃えるものはいろ
いろある。さうして油煙にはいろいろな用途が
ある。墨は油煙¹⁾をにかはでかためたもの、印刷に
使ふ黒色インキは油煙²⁾を特別の油と練つたもの
である。

2. 石油を酸素中で燃やすときの變 化

石油を酸素の中で燃やし、空気中で燃える

- 1) ごま油なたね油松材などを燃やしてつくる。
2) 普通メタンを燃やしてつくる。メタンは石油産地な
どで、地中から多量に噴き出る氣體である。

ときの様子と比べ、できるものをしらべてみよう。

〔実験〕2. 石油を4,5滴しみこませた石綿の板を、燃焼匙にのせて火をつけ、酸素を充たした壺の中にさし入れてしつかり蓋をする。燃え終つてから、壺の中をよくみた後、炭酸ガスの検査をせよ。

この実験及び実験1の結果から考へて、石油の含む元素は何か。

〔考察〕2. 石油が酸素の中で燃えるときの様子、空气中で燃えるときと違ふのはなぜか。

〔考察〕3. ごく少し石油を空气中で燃やすとき、例へば前の実験の石綿の板になるべく小さい1滴をおとして燃やすとき、油煙が殆ど出ないのはなぜか。

アルコールも炭素を含む化合物であるが、実験1のやうにして燃やしても、油煙を出さ

ないのはなぜであらうか。

石油及びアルコールの含む元素の種類と割合とをしらべてみると、石油は炭素を約84%含み、残は水素であるが、アルコールは炭素52.1%、水素13.2%の他に酸素を34.7%含んでゐる。

〔考察〕4. 油煙を出すか出さないかといふことと、含まれてゐる元素の種類及び割合とには、何か関係があると考へられるか。

〔考察〕5. アルコールが空气中で燃えるとき、なぜ油煙を出さないか考へてみよ。

(問題) らふそく¹⁾や石油の焰が黄色な理由を考へてみよ。参考のために、らふそくの焰の上半部に、試験管の底を入れてみよ。

1) らふそくの原料は、多くは石油からとるパラフィン(炭素と水素との化合物の混じつたもの)と脂肪からつくるステアリン酸(炭素・水素・酸素の化合物)などとをとかし合はしたものである。

12. 炭火での一酸化炭素の生成

木炭をこんろで燃やすときの變化について、先にもしらべたが、これから更に詳しくしらべてみよう。

〔実験〕 こんろに一杯、木炭を入れ、風口を全部あけてよく火をおこし、上にブリキ板¹⁾をのせておくと、どんな現象がみられるか。暫くして風口を全部しめると、次第にどうなるか。

この実験でみられた焰は、研究によると、一酸化炭素と呼ばれる氣體が燃えてできたのである。

一酸化炭素は炭素 42.9%、酸素 57.1%を含む。

〔考察〕 1. 一酸化炭素と炭酸ガスとは、

1) こんろの上を全部ふさがなくて、周りにかなりすきまのできるくらいのもので、大きさのもの。

2) 炭素 27.3%、酸素 72.7%

含んでゐる元素の割合からみて、どんな關係があるか。また、一酸化炭素が空氣中で燃えるときには、どんな變化がおこるのか。こんろで木炭を燃やすとき、どうして一酸化炭素ができるのか考へてみよう。

〔考察〕 2. こんろの中には、熱しられた木炭、燃えてできた炭酸ガス及び空氣があるが、一酸化炭素は何と何との反應でできたのか、考へられるいろいろな場合をあげてみよう。

炭火がよくおこつてゐないときでも、炭酸ガスはできるが、一酸化炭素の焰はみられない場合があることをわれわれは知つてゐる。このことは先の實驗でもみとめたであらう。また研究によれば、炭酸ガスは炭火の溫度では分解しにくい。

〔考察〕 3. これらのことなどを考へ合はして、一酸化炭素は何と何とが反應してできたかを考察せよ。

(問題) この考察を確めるには、どんな

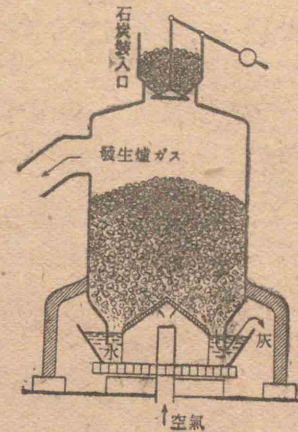
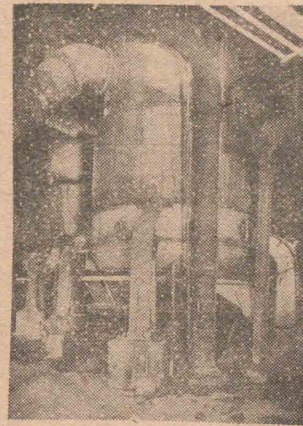
實驗をすればよいか。

一酸化炭素は非常に有毒である。一酸化炭素が體積で約 0.02% 含まれてゐる空氣中に數時間居ると頭が痛くなり、約 0.3% 含まれてゐる空氣中では約 30 分で死ぬことがある。一酸化炭素は色も臭もないので、空氣に含まれてゐても氣がつかないから危険である。

炭火でできる一酸化炭素の一部または全部は、燃えないで空氣中に出てくるから、火鉢を使ふときは、室の換氣に注意しなければならない。コンクリートの建物の室は大抵換氣がよくないから、殊に注意しなければならない。¹⁾

一酸化炭素は燃えるときに多量の熱を出す。ガラス・陶磁器などを製造する工場で、燃料に使はれてゐる發生爐ガスの主な燃える成分は一酸化炭素で、體積で 20—30% 含まれ

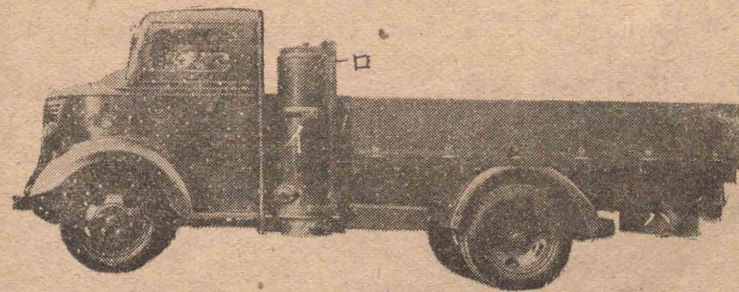
1) 石炭ガスは體積で 8—15% の一酸化炭素を含んでゐるから、洩らさないやうに注意しなければならない。

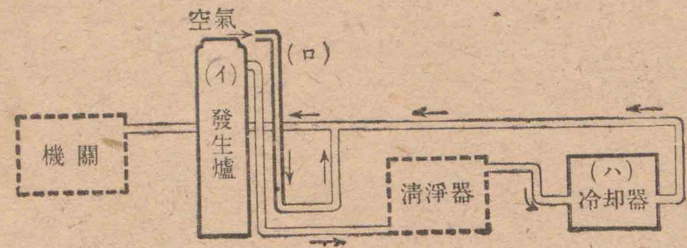


てゐる。

發生爐ガスは石炭・コークス・木炭などを原料として發生爐で製造する。

木炭自動車の燃料の主成分は、木炭でつくる發生爐ガスである。





主な元素の名と記號

元 素	元素記號	元 素	元素記號
亜鉛	Zn	炭素	C
アルゴン	A	窒素	N
アルミニウム	Al	鐵	Fe
塩素	Cl	銅	Cu
カリウム	K	ナトリウム	Na
カルシウム	Ca	鉛	Pb
金	Au	ニッケル	Ni
銀	Ag	白金	Pt
クロム	Cr	マグネシウム	Mg
珪素	Si	マンガン	Mn
酸素	O	硫黄	S
水銀	Hg	沃素	I
水素	H	磷	P
錫	Sn		

物 象

(中學校用)

2

昭和 18 年 3 月 29 日 印 刷
昭和 18 年 4 月 2 日 發 行 定 價 60 錢

著作權所有

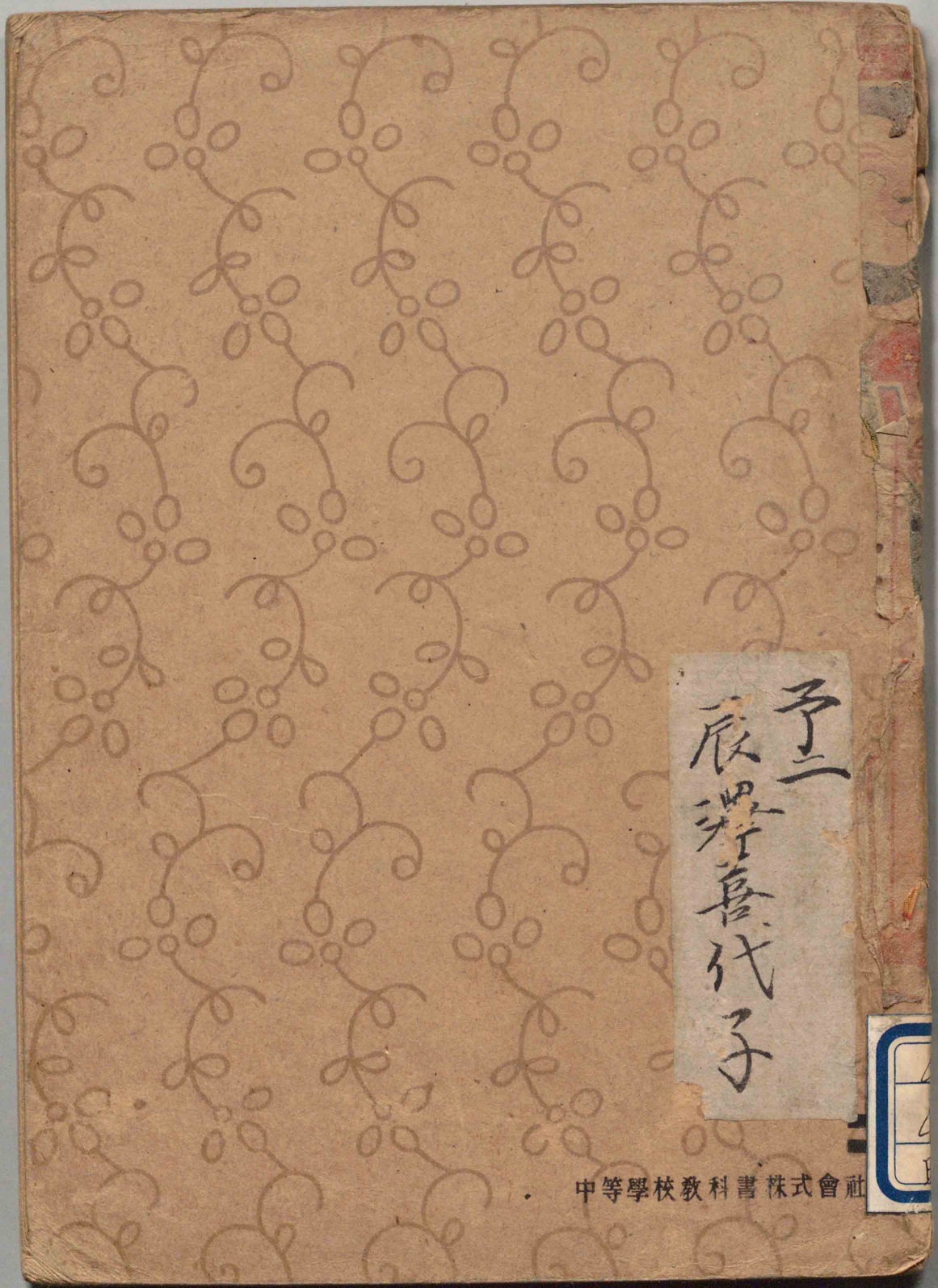
著 作 兼 發 行 者 東 京 市 神 田 區 岩 本 町 三 番 地
中 等 學 校 教 科 書 株 式 會 社
代 表 者 山 本 慶 治

印 刷 者 東 京 市 牛 込 區 市 谷 加 賀 町 一 丁 目 十 二 番 地
大 日 本 印 刷 株 式 會 社
(東 東 一) 代 表 者 青 木 弘

配 給 元 東 京 市 神 田 區 渡 路 町 二 丁 目 九 番 地
日 本 出 版 配 給 株 式 會 社

發 行 所 東 京 市 神 田 區 岩 本 町 三 番 地
中 等 學 校 教 科 書 株 式 會 社
日 本 出 版 文 化 協 會 會 員 番 號 117522

(略名) 中學物象 2



予
辰
環
喜
代
子

中等學校教科書株式會社