

94-169

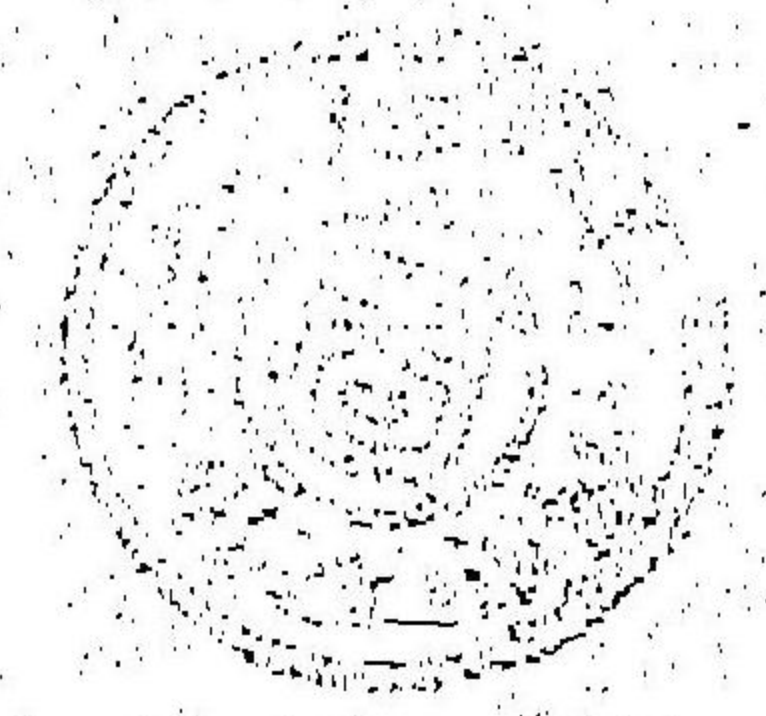
東京

嵩山堂發行

袖珍理化學公式大全

附 理化學重要諸表

日本中央學社長湯川巖先生著





緒 言

# 理化學公式大全

## 緒 言

斯書ハ專バテ、中學程度及ビ是レト同位上ノ諸學校學生並ニ教師諸士、其他理化學全般ヲ研究セント欲スル人々ノ自修書並ニ參考書及計算ノ便覽トナサンガ爲メニ、物理學、化學等ノ諸原則摘要及ビ諸公式ヲ盡ク網羅シ、各順序ヲ逐テ編述シ、加フルニ極メテ簡約明瞭ナル説明ヲ付シテ之ガ活用ノ途ヲ示シタレバ、著者自カラニモ優ニ完全ナル理化學ノ寶典ナリト信ズ。サレバ之ヲ實地ニ試ミ洪大無限ノ利益ヲ收拾セラレシコトヲ冀望ス

三十六年八月  
米國桑港ニテ

湯川巖

著者海外萬里、遊學ノ途ニアレバ本書校正ヲ學友安原氏ニ依囑セリ、依テコヽニ其勞ヲ多謝ス



# 理化學公式大全

## 目 次

### 物理學之部

緒 論.....	1
物理ノ性質及構成.....	3
重 方	
運動及力.....	9
器 械.....	19
重 力.....	24
秤 ヲ.....	32
仕事及勞力.....	35
流 體.....	37
熱 學	
溫度及熱.....	50
熱ノ作用.....	53
熱響學	
音及其傳達.....	60
音 樂.....	65
樂 器.....	66
光 學	
光及其傳達.....	72
光ノ反射.....	76
光ノ分散.....	90



光學器械.....92  
 光ノ餘論.....96  
 電氣及磁氣學  
 磁氣學.....100  
 靜電氣.....105  
 流動電氣.....110  
 電流ノ諸定則.....115  
 電流ノ感應.....124  
 熱ト電氣.....130  
 電氣波.....135

化學之部

總論.....135  
 非金屬原素  
 酸 素.....144  
 水 素.....145  
 炭 素.....150  
 火 焰.....152  
 鹽 素.....154  
 臭 素.....156  
 沃 素.....156  
 弗 素.....157  
 流 黃.....157  
 攝 素.....160  
 的 素.....160  
 硅 素.....160

硼 素.....161  
 磷.....162  
 砒 素.....164  
 原子量ト分子量.....165  
 金屬原素  
 原子熱.....167  
 加 里.....168  
 石灰素.....174  
 すとろんちゆむ.....176  
 重 素.....177  
 べるりゆむ.....178  
 まぐねしゆむ.....178  
 亞 鉛.....179  
 がとゆむ.....180  
 鉛.....181  
 さりゆむ.....182  
 水 銀.....186  
 銀.....188  
 あるみにゆむ.....190  
 滿 淹.....193  
 鐵.....194  
 てばると.....197  
 につける.....198  
 くろみゆむ.....198  
 むりぶてなむ.....200  
 たんぐすてん.....200



うらにゆむ..... 201  
 錫..... 201  
 わんちもに..... 202  
 蒼 鉛..... 204  
 金..... 205  
 白金..... 206

附 錄

化學計算重要諸表

諸原素理化學的性狀一覽..... 208  
 リナールカー氏生寒劑表..... 240  
 諸礦物成分ト其性質關係一覽表..... 243  
 吹管分析珠球着色反應表..... 252  
 吹管分析炭台上並ニ試驗管中ノ反應..... 256  
 各元素定量對數表..... 261

理 化 學 公 式 大 全

物 理 學 之 部

緒 論

1. **物理學ノ定義** 物理學ハ萬有學ノ一分科ニシテ物體ノ原質ヲ變更スルコトヲ、其形狀、性質ノ變化ノ原因等ニ以テ研究スル學ナリ
2. **物質、物體** 視、或ハ聽キ、或ハ觸レ等凡テ吾人ノ聽官ニヨリ覺知シ得ベキモノヲ物質ト云フ。例バ水、金、空氣ノ如シ。然ルニ其量ヲ限ル例バ一位ノ水、一片ノ金、圓等ノ如ク云ヘバ之ヲ物質ト云ハズシテ物體ト云フ。故ニ物質ハ物體ヲ構成スル原質ナリ
3. **慣性** 一物體ヲトリ之ヲ或ル場所ニ放置スレバ他物來リテ之ニ作用ヲナスマデハ常ニ初メノ場所ヲ運クコトナク、又一度運動セル物體ハイツマデモ其運動ヲ續ケントス之ヲ慣性ト云フ
4. 而シテ吾人ノ經驗或ハ實驗ニヨリ各種ノ物體ハ皆前述ノ性質即慣性ヲ有ス故ニ  
 物質ノ定義 凡テ慣性ヲ有スルモノ之ヲ物質ト云フ
5. **力** 物質ノ慣性ヲ打破リ其狀況ヲ變更セシムル作用例バ運動スルモノヲ靜止セシメ、或ハ靜止スルモノヲ運動セシムル等其他凡テ物質ニ作用シテ其狀況ニ變化ヲ起



サシムルモノ之ヲ力ト云フ

6. 質量. 容量相等シキ甲乙二物アリ共ニ静止ノ狀況ニアリトシ之ヲ運カスニ要スル所ノ力甲ハ乙ニ比シ二倍ヲ要スルハ甲體ノ物質ノ分量ハ乙體ノ物質ノ分量ニ二倍スト云フコノ物質ノ量ヲ質量ト云フ

7. 諸種ノ單位 凡テ物理學上各種ノ作用ヲ論ズルニ當リ長サ時間重サ等ヲ計ルニ一定ノ標準ヲ要ス而シテ或ル標準ニ對シ何倍ナリヤヲ測定シテ初メテ量ナル感念ヲ得ベシコノ標準ヲ單位ト云フ

8. 單位ノ一. 長サノ單位ヲ尺トス. 白金「イリツウム」ノ合金ヨリナル棒ヲ原器トシ攝氏 15°ニ於ケル其棒ノ長ノ三十三分十ヲ以テ尺トス. 物理學上ニ於テハ長ヲ計ルニ「メートル」製ヲ用フ. 地球周圍ノ四千萬分一ヲ以テ一「メートル」トシ(我三尺三寸) 其百分一即一「センチメートル」ヲ以テ單位トス.

9. 單位ノ二 質量ノ單位ヲ貫トス. 白金「イリツウム」ノ合金ヲ以テ作りタルモノヲ原器トシ其四分十五ヲ以テ貫トス. 物理學ニ於テハ攝氏四度ノ純粹ナル水一立方「センチメートル」ヲ「グラム」トシ之ヲ單位トス.

10. 單位ノ三 時ノ單位ニ二種アリ即天文學上ニ用フル恒星時. 其他ニ用フル太陽時之ナリ. 恒星時ニアリテハ一恒星ガ一度南中シテヨリ再ビ南中スルマデノ時間ヲ恒星日トシ太陽時ニアリテハ地球ノ一自轉ヲ以テ一太陽日トシ. 何レモ其二十四分一ヲ以テ時トシ時ノ六十分一ヲ分トシ分ノ六十分一ヲ秒トス. 物理學上ニハ平均太陽時ノ秒ヲ以テ單位トス. 但恒星日ハ二十三時五十六分四秒餘ニ當ルト

云フ.

11. C. G. S 單位 前述ノ如ク「センチメートル」「グラム」及秒ヲ以テ單位トナシ之ヲ C. G. S 系ノ單位ト云フ

### 物質ノ性質及構成

12. 填充性 物體ハ必ズ空間ノ一定部分ヲ填充ス即物體ニハ必ズ其大サ或ハ容ヲ有ス之ヲ填充性ト云フ

13. 碍撓性 一物已ニ一定ノ場所ヲ填充スレバ他物來リテ同所ヲ填充スル能ハズ之ヲモノ、不可入性或ハ碍撓性ト云フ

14. 孔性. 英國佛國等ニテ且テ銀球内ニ水ヲ充テ密閉シテ球ヲ墮撃セシニ球内ノ水ハ銀ヲ貫キ外面ニ侵出スルヲ見タリ. カクノ如ク凡テ物體ハ細微ナル空隙ヲ有ス之ヲ孔性ト云フ

15. 被壓性. 例バ紙鐵砲或ハ「フイゴ」ニ見ル如ク空氣ハ壓力ニ會フテ其容積ヲ減少スベシ. 其他凡テノ物質ハ何レモ壓力ノタメニ其容積ヲ減少セラル. 之ヲモノ、被壓性ト云フ. 固體. 液體ハ氣體ニ比シ壓搾スルニ甚難シ.

16. 分性. 例バ麝香ノ如キハ之ヲ室内ニ置ケバ滿室香氣ヲ以テ滿サルベシ. コレ麝香ガ空氣ノ動搖ニツレ微細ニ分散シタルナリ. 其他如何ナルモノト雖モ之ヲ微小ナル部分ニ分ツヲ得ベシ. 之ヲ分性ト云フ

17. 分子 物體ヲ引續キ分割シテ到達セル細微ノ極ヲ其分體ノ分子ト云フ

18. 原子 一分子ヲトリ更ニ之ヲ或ル方法(即化



學ノ方法) ナ用ヒテ分割シタリトスレバツイニ亦分割スベカラザルニ至ル之點ニ達シタルト之ヲ原子ト云フ故ニ物體ハ原子集マリテ分子トナリ分子集マリテ一物體トナル。

19. 分子ノ大サ. 佛人「コーシー」氏ノ推算ニヨレバ水硝子等ノ如キ透明體ノ分子ハ「センチメートル」ノ二十億分一ヨリ小ナラズト 又英人「ロールドケルビニ」氏ハ固體液體ノ分子直徑ハ凡「センチメートル」ノ五十億分一ヨリ大ニシテ十五億分一ヨリ小ナリト云ヘリ。

20. 分子力 分子間ニハ引力及斥力ト名クルニツノカアリ。各分子相集合シテ一定ノ形狀ヲ有スル固體ノ如キモノニアリテハ分子間互ニ相引合フカアリテ一定ノ形ヲ保ツト得ベシ之ヲ分子引力ト云フ 氣體ノ如ク外力去レバイツモ一定ノ形狀ヲ有スルト能ハザルモノニアリテハ分子間ニ引力ナクシテ返テ斥力ヲ有ス

21. 凝集力 分子ガ一物體ヲ構成スルタメ各分子間ニ存在セル引力ヲ凝集力ト云フ 凝集力ハ常ニ同種ノ分子間ニ存ス

22. 附着力 液體ノ固體ヲ濡シ塵埃ノ物ニ附着スル等異種物體ノ分子間ニ存在スル引力ヲ附着力ト云フ。凡テ分子力ハ非常ニ接近セル時ニノミ作用スルモノニシテ「センチメートル」ノ二十萬分一ヲ踰ユル能ハズト。

23. 物體ノ三態 分子間ノ凝集力強ク常ニ一定ノ形狀ヲ有スル金屬木石ノ如キモノヲ固體ト云ヒ 固體ニ比シ其凝集力弱ク例バ水・酒等ノ如キモノヲ液體ト云ヒ 分子間ニ引力全ク無キノミナラズ却テ斥力ヲ有スル空氣・水素等ノ如キモノヲ氣體ト云フ。

24. 延性・展性. 金銀等ノ如ク引キ延シテ之ヲ細長キ針金ノ如クナシ得ベキ之ヲ延性ト云ヒ 又打展シテ泊ノ如クナシ得ベキ之ヲ展性ト云フ 最も延性ニ富ムモノヲ白金トス。即白金ヲ以テ直徑一「センチメートル」ノ二萬分一ノ針金ヲ作り得タリト云フ 又最も展性ニ富ムモノハ黃金トス「センチメートル」ノ十萬分一ノ厚リヲ有スル金泊ヲ作り得ベシト云フ。

25. 彈性. 物體ニ力ヲ加ヘ其形ヲ變ゼントスルキ之ニ抵抗スル力ヲ彈力ト云フ。力ノタメニ其形狀ニ受タル變化ヲ歪ト名ク歪ヲ生ゼシメタル力ヲ歪力ト云フ。

26. 伸縮ニ要スル力. 棒ヲ引延シ或ハ壓シ縮メントスルキ棒ノ伸縮ハ

- 1 外力ニ正比例シ
- 2 棒ノ全長ニ正比例シ
- 3 棒ノ切口ノ面積ニ反比例ス

27. 棒ヲ捻ヂタル時

- 1 外力ニ比例シ
- 2 棒ノ長サニ比例シ
- 3 切口ノ直徑四乗ニ反比例ス

28. 撓屈ニ關スル力. 棒ノ一端ヲ固定シ他端ニ重物ヲ懸ケタルキ其撓ム割合ハ

- 1 重物ノ目方ニ比例シ
- 2 棒ノ長サノ立方ニ比例シ
- 3 棒ノ幅ニ反比例シ
- 4 厚サノ立方ニ反比例ス

29 硬度 物體ノ硬度ハ下表ノ物ニ比較スベシ之



ヲ硬度計ト云フ

- 1 滑石(或ハ石墨)    2 石膏(或ハ岩鹽)
- 3 方角石            4 螢石
- 5 燐灰石            6 長石
- 7 水晶(石英)        8 黃玉石
- 9 鋼玉石            10 金剛石

例ハ硝子ハ石ニ底ヲ生シ石英ニ傷ケラル、其度ハ6ト7ノ間ナリ。

30. 引力. 凡テノ物體ハ何レモ地球ニ向テ落下ス。即地球ハ凡テノ物體ヲ引附ル力ヲ有ス之ヲ地球ノ引力ト云フ。其他宇宙ニアル凡テノモノ皆互ニ引力ヲ有セザルハナシ。而テシ引力ノ作用ハ

距離ノ自乗ニ反比例ス

31. 重量 地球上ニアル物體ハ常ニ地球ニ向テ引付ラル。地球ト物體トノ間ノ引力ヲ重力ト云フ。而シテ地球ニ向テ落下スル物體ヲ支フルハ、丁度其重力ダケノ壓力ヲ受ク之ヲ重量ト云フ。而シテ

重量ハ常ニ質量ニ正比例ス

32. 密度. 一物體ガ或ル單位容積中ニ含有スル質量ヲ其物體ノ密度ト云フ。而シテ通常物體ハ溫度變化スレバ其容積モ亦變化スベキニヨリ或物體ト他物體トノ密度ヲ比較スルニハ溫度ヲモ合シテ考ヘザルベカラズ。通常攝氏四度ノ水ノ密度ヲ單位トシ之ヲ比較シテ他物體ノ密度ヲ測定スルヲ便トス。

33. 比重 一物體ノ密度ガ攝氏四度ノ水ヲ密度ニ對スル比ヲ其物體ノ比重ト名ク。溫度攝氏四度ノ純粹ナ

ル水一立方「センチメートル」ノ質量ハ一「グラム」ナルヲ以テ或物體一立方「センチメートル」(但溫度ハ攝氏四度ニ於テ)ノ重量五「グラム」アリトスレバ其物ノ比重ハ水ニ比シテ5:1 即5ノ比重ヲ有スルト云フ。

精密ニ云ヘバ攝氏四度ノ水一立方「センチメートル」ノ水ノ重サハ1.000013「グラム」ナリト云フ

34. 比重測定法. 最も重ナル方法次ノ如シ

第一 固體ノ比重. (水ハ常ニ蒸溜水ヲ用フ)

今測定セントスル固體空氣中ノ重量ヲ P. 同固體ヲ糸ニテ水中ニ釣下ケ秤リタル目方ヲ P' 水ノ溫度ヲ t. トシ t 度ニ於ケル水ノ比重ヲ G. トスレバ

$$\text{求ムル固體ノ比重} = \frac{P}{P - P'} \times G.$$

若シ用ヒタル水ノ溫度ガ攝氏四度ナラバ G. ヲ乘ズルニ及バズ 以下諸例皆然リ 亦 G. ハ次表ヨリ求メ得ベシ

第二 水ニ浮ブモノノ比重 例ハ木片ノ比重ヲ知ラント欲セバ 別ニ此木片ヲ水中ニ沈ムルニ足ル丈ノ重物ヲ並用セザルベカラズ 今鉛ヲ用ヒタリトセン

木片ノ重量ヲ W, 鉛ノ水中ニテノ重量ヲ w, 木片ヲコノ鉛塊ニ附着シ水中ニ沈メテ得タル重量ヲ w' トス

$$\text{木片ノ比重} = \frac{W}{(W + w) - w'} \times G.$$

第三 液體ノ比重. 例ハ酒精ノ比重ヲ知ラントス

一個ノ固體ヲ水ニ入レテ失フ所ノ重量ヲ w 同固體ヲ酒精中ニテ失フ重量ヲ w' トスレバ

$$\text{酒精ノ比重} = \frac{w'}{w}$$



**第四 水ニ溶ケル物ノ比重** コノ固體ヲ溶ス<sub>7</sub>ノ出來ザル液中ニテ測ルヲ要ス。即チ水ノ代リニ比重ノ知レタル他ノ液ヲ用フ

固體ノ空中ノ目方ヲ  $w$  液中ノ目方ヲ  $w'$  液ノ比重ヲ  $P$  トスレバ

$$\text{求ムル比重} = \frac{w}{w-w'} \times P$$

35. 各溫度ニ於ケル比重ノ表 (溫度ハ攝氏)

溫度	比 重	溫度	比 重
0	0.999873	9	0.999816
1	0.999929	10	0.999737
2	0.999961	11	0.999646
3	0.999992	12	0.999541
4	1.000000	13	0.999424
5	0.999992	14	0.999294
6	0.999970	15	0.999152
7	0.999933	16	0.998999
8	0.999881	17	0.998834

## 重 力

### 運 動 及 力

**靜及動** 甲物體ニ對シ乙物體ガ近ヅキ或ハ遠ヅカル并ハ甲ニ對シ乙體ハ運動ト云ヒ甲ハ靜止スト云フ。故ニ靜或ハ動ナル語ハ二物ヲ比較シテ云ヘル語ナリ。即動トハ其位置ヲ變ズル<sub>7</sub>ニシテ靜トハ更ニ其位置ヲ變更セザルヲ云フ。

**力** 物體ノ慣性ニ打勝テ其有セシ狀態ヲ變ビシムル<sub>7</sub>例バ運動體ヲ靜止セシメ靜止體ヲ運動セシムル 作用之ヲ力ト云フ コレカノ定義ナリ

**運動及力ノ表シ方** 運動或ハ力ヲ表スニハ常ニ線ヲ用フ。何トナレバ運動體ノ徑路ヲ求ムレバ常ニ線ヲ示シ。又力ノ大小ハ丁度線ノ長短ヲ以テ表シ得ベケレバナリ。

**運動及力ノ方向** 物體ガ A 點ヨリ運動シテ B 點ニ到達セリトシ其 A, B ヲ連結セル直線ヲ以テ其物體ガ運動セシ距離ト云ヒ其直線ノ方向ヲ運動ノ方向ト云フ。同様に力ヲ表セシ線ノ長短ヲ以テ力ノ大サト云ヒ其方向ヲ力ノ方向ト云フ

**速度** 一運動體ガ A ヨリ B マデ到達スルニハ必ズ時間ヲ要ス。同距離ヲ運動スルニ要スル時間ノ大小ヲ以テ其運動體ノ速サト云フ 任意ノ一單位時間ニ於テ經過セル距離ヲ速度ト云フ



**運動ノ種類** 同シ時間ニ經過スル距離ガ常ニ等シキハ之ヲ**等速運動**ト名ク。同シ時間ニ經過スル路程ガ常ニ一定ナラザルモノヲ**不等速運動**ト云フ。不等速運動ノ内次第ニ速度ヲ増加スルモノヲ**加速運動**ト云ヒ 次第ニ速度ヲ減スルモノヲ**減速運動**ト云フ故ニ

運動 { 等速運動  
          不等速運動 { 加速運動  
                          減速運動

トナスベシ

**等速運動** 等速運動ハ常ニ次式ヲ以テ表スヲ得ベシ。式中  $s$  ハ距離,  $t$  ハ時間,  $v$  ハ速度,

$$v = \frac{s}{t} \quad s = vt \quad t = \frac{s}{v}$$

**不等速運動** 速度ガ常ニ一定ノ割合ヲ以テ増加スルモノヲ**等加速運動**ト云ヒ 又一定ノ割合ヲ以テ減少スルモノヲ**等減速運動**ト云フ 増減スベキ速度ノ割合一定セザルモノハ一般ニ關係式ヲ求ムルヲ能ハズ

等加速運動及等減速運動ニ關スル數式ハ下ノ如シ 式中  $a$  ナ増減スベキ速度,  $t$  ナ時間,  $v$  ナ  $t$  時間ノ終リニ於ケル速度,  $v_0$  ナ最初ニ於ケル速度, トス

- 運動ノ最初ニ於テハ増減スベキ速度ハ零
- 一單位時ノ終リニ於テ増減スベキ速度ハ  $a$ ,
- 二單位時ノ終リニ於テ //  $2a$ ,
- $t$  時間ノ終リニ於テハ //  $ta$ ,

故ニ等加速運動ノハ

$$v = v_0 + at \dots\dots\dots(A)$$

等減速運動ノハ

$$v = v_0 - at \dots\dots\dots(B)$$

又  $t$  時間ニ經過セシ路程  $s$  ハ次ノ如クニシテ求メ得ベシ。

$$s = v_0 t \pm (0 + a + 2a + \dots\dots\dots + at)$$

而シテ  $0 + a + 2a + \dots\dots\dots + at$  ハ等差, 級數ヲナス故ニ等加速運動ノハ

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2} \dots\dots\dots(C)$$

等減速度ノハ

$$s = v_0 t - \frac{at^2}{2} \dots\dots\dots(D)$$

モシ初速度  $v_0$  ガ零ナルハ (A) 及 (C) ハツレツレニ次ノ形ヲトルベシ

$$v = at \dots\dots\dots(A')$$

$$s = \frac{at^2}{2} \dots\dots\dots(C')$$

コレヲノ式ヨリシテ

$$t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$$

或ル不等速運動體ガ運動ヲ初メテヨリ 運動ノ終リマデノ時間ヲ  $t$  トシ, 次ニ運動ヲ初メテヨリ第  $t'$  時ノ初メヨリ  $t$  時ノ終リマデニ經過セシ路程ヲ  $s'$  トスレバ

等加速運動ノハ

$$s' = v_0 (t - t') + \frac{a}{2} (t^2 - t'^2) \dots(E)$$

或ハ初速度  $v_0$  ナ零トスレバ

$$s' = \frac{a}{2} (t^2 - t'^2) \dots\dots\dots(E')$$



等減速動ノ律ハ

$$s' = v_0(t-t') - \frac{a}{2}(t^2 - t'^2) \dots (F)$$

運動ノ法則 物體運動ニ關スル法則三條アリ 之ヲレウトンノ法則ト云フ

第一 凡テ物體ハ他物ノ之ニ作用スルコトナケレバ恒久ニ靜止スルカ或ハ恒久ニ一定ノ等速度ヲ以テ一直線ニ運動ス

コレヲ慣性ノ法則ト云フ

第二 凡テ物體ハ加フル處ノカト同シ方向ニ運動シ且運動ノ大小ハ加フル所ノカノ大小ニ比例ス又數カ一物體ニ作用スルキハ其力各別ニ作用スルト同様ノ結果ヲ生ズ

コレヲ加速動ノ法則ナリ。

第三 一物體ハ他物體ニ作用スルキハ初ノ物體ハ丁度自ラ他ニ加ヘタルト同量ノカヲ以テ反對ノ方向ニ作用サルモノナリ。

コレヲ反動ノ法則ト云フ。

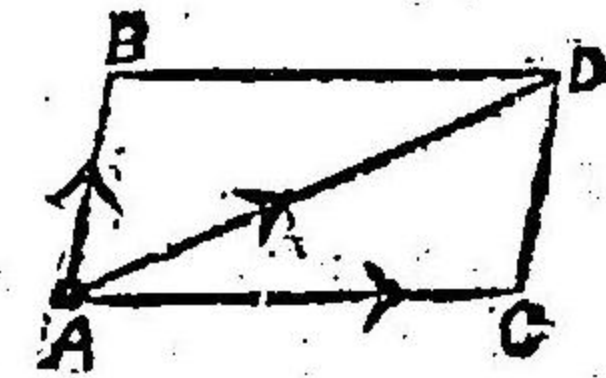
力ノ單位 質量一グラムノ物體ニ作用シ一秒一センチメートルノ加速動ヲ生ゼシムルカヲ稱シテ一だいん (dyne) ト云ヒ之ヲ力ノ單位トス。

故ニ物體ノ質量ヲ  $m$  グラムトシ之ニ作用スル力ノ大ヲ  $F$  だいんとシ爲ニ生ズル加速動ヲ一秒時間ニ  $a$  センチメートルトスレバ

$$F = ma \quad a = \frac{F}{m}$$

力ノ合成 數個ノ力一點ニ作用スルキハ各々ノ力ガ各別ニ作用シタルト同様ノ結果ヲ生ズベシ。同時ニ同一點ニ働ク力ノ合成ト云ヒコノ點ガ受クル力ヲ合力ト名ケ又各ノ力ヲ分力ト云フ

右ノ圖ニ就テ  $AB, AC$  ナル分力ガ一點  $A$  ニ同時ニ作用スレバ結着  $A$  ハ  $B$  ニモ  $C$  ニモ行カズシテ  $AD$  ノ如キ方向ヲトルベシ  $AD$  ハ即合力ナリ。



一點ニ於テ働ク力 二ツ或ハ二ツ以上ノ分力ノ合力ヲ求ム。各分力ヲ  $P, Q, T, \dots$  トシ合力ヲ  $R$  トスレド

第一 各分力同方向ナルキハ

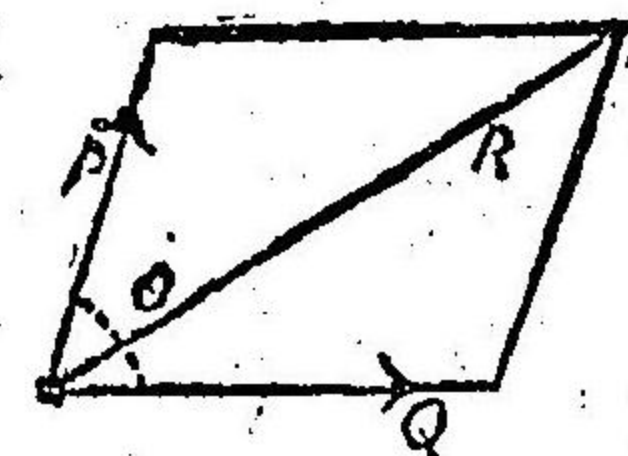
$$R = P + Q + T + \dots$$

第二 モシ二分ノ方向正反對ナルキハ

$$R = P - Q$$

第三 各分力何レモ其方向異ナルキ。

先ヅ初メニ  $P$  及  $Q$  ノ合力ヲ求メ之ヲ  $r$  トシ次ニ  $r$  ト  $T$  ノ合力ヲ求メ  $r'$  トス 順次ニ如斯シテ最後ニ得タル所ノモノガ  $R$  ナリ。二分力ヲ  $P, Q$  トシ合力ヲ  $R$  トシ二分力ノ夾メル角ヲ  $\theta$  トスレバ



$$R = \sqrt{P^2 + Q^2 - 2P \cdot Q \cos \theta}$$

二點ニ働ク力 二カアリ一物體ノ二點ニ各別ニ作用スルキ其合力ハ前條ノ式ニヨリ求ムルコト得ベシ 平行力及其合力 數が一物體ノ數點ニ各別ニ働



キ其方向相平行ナル并ハ之ヲ平行力ト云フ其合力ハ力ノ合成ノ第一式ニ等シ即

$$R = P + Q + T + \dots$$

モシ平行二力ノ方向相反スル并ハ力ノ合成第二式

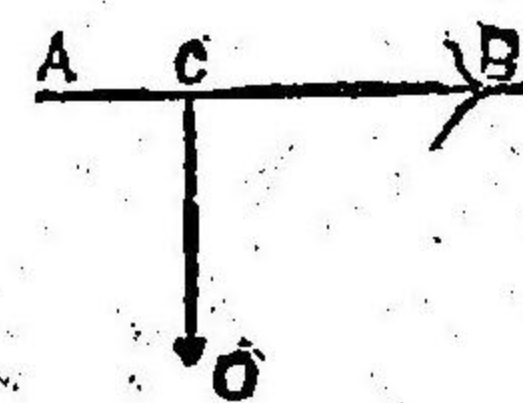
$$R = P - Q$$

ヨリ其合力ヲ求ムルヲ得ベシ。

**力ノ能率** AB ナル力アリ O

點ヨリ之ニ垂線ヲ下シタル并ハ AB ×

OC ナ O 點ニ關スル力ノ能率ト云フ



**合力ノ方向ヲ求ム** 數多ノ合力ノ方向ヲ定ム

ルニハ第一力ト第二力トノ合力ノ  $\gamma$  ト第一力トノナス角ヲ  $\alpha$  トシ  $\gamma$  ト第三力ノ合力ヲ  $\gamma'$  トシ  $\gamma, \gamma'$  ノナス角ヲ  $\beta$  ト 順次カクノ如クシ  $\alpha, \beta,$  等ノ代數和ハ合力 R ト第一力ノ夾ム角ナルベシ。

**第一** 一點ニ働ク二力ノ合力ノ方向  $\alpha$  ナ求ム。二分力ヲ P, Q ノトシ其夾ム角ヲ  $\theta$  トシ合力ヲ R トシ P ト R ノ夾ム角  $\alpha$  ナ求ム

$$\sin \alpha = \frac{Q}{\sqrt{P^2 + Q^2 - 2P, Q \cos \theta}}$$

**第二** 二點ニ働ク平行ナラザル力ノ合力ノ方向モ上式ニ由テ得ラルベシ。

**第三** 平行力ノ合力ノ方向 各合力ニ平行ナリ。

**合力ノ作用點** 一物體ノ數點ニ働ク各分力ノ或

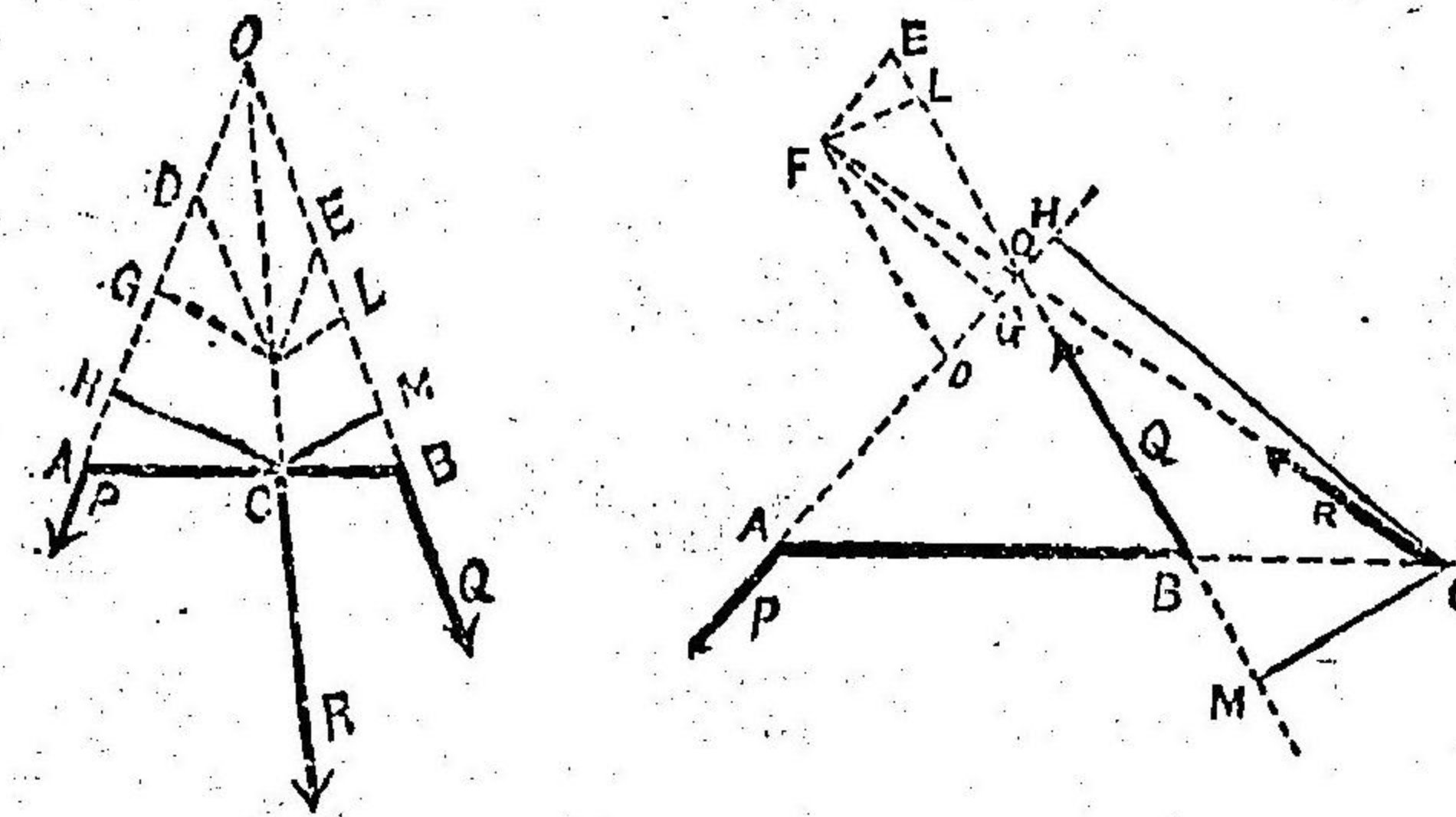
點ニ關スル能率が互ニ相等シク從テ其點ヲ支フレバ 數點ニ働ク分力ノタメニモ少シモ其物體ノ位置ヲ變ゼズ。カクノ

如キ點ヲ合力ノ作用點ト云フ。

**合力ノ作用點ヲ求ム** 一物體ノ數點ニ働ク分力ノ合力ノ作用點ヲ求ムベシ。但シ分力三個以上ナル時ハ先ツ第一第二兩分力ノ合力及作用點ヲ求メ之ヲ甲トシ。次ニ甲ト第三分力ノ作用點ヲ見出ス等順次カクノ如クスベシ。

P, Q ナ二分力トシ一物體ノ A, B 二點ニ於テ各別ニ働クモノトシ其作用點 C ナ求ム。

**第一** P, Q 二力並行ナラザル并。



A, B 線ヲ置キ各ノ大小ニ隨テ各分力 P, Q ナ引キ其延長ヲ O ニ會セシム OD = P OE = Q ナトリ D, E ヨリソレゾレ OB, OA ニ平行ナル OF, EF ナ作ル。OF ナ結ビ付之ヲ引長シテ AB ト C ニ會ス。然ル并ハ OF ハ PQ ノ合力ニシテ C ハ點ムル所ノ作用點ナリ。

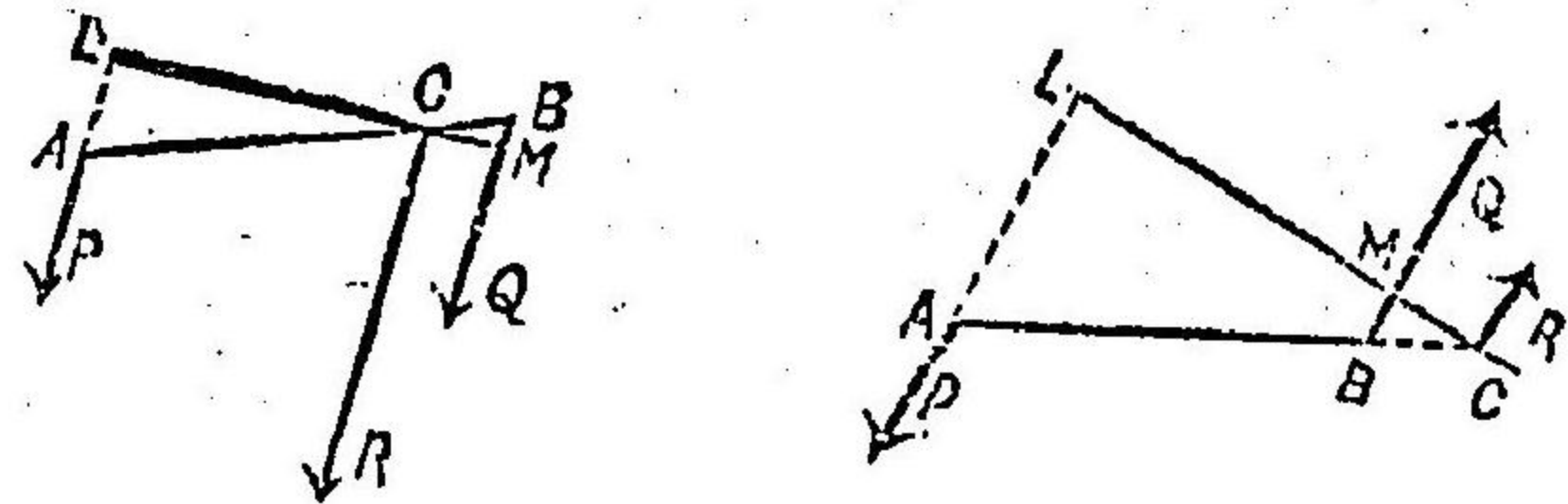
證 ODEF ハ平行四邊形ナルヲ以テ二ツノ三角形 ODF, OEF ハ相等シ今 F ヨリ FG, FL ナ各 OA, OB ニ下シタル垂線トスレバ FG, FL ハソレゾレ  $\triangle UPF, \triangle OEF$  ノ高サナルベシ 又 C ヨリ OA, OB ニ垂線 CH, CM ナ下ス 然ル并ハ



$\triangle ODF = \triangle OEF$   
 而シテ  $\triangle ODF = \frac{1}{2} OD \cdot FG$   
 及  $\triangle OEF = \frac{1}{2} OE \cdot FL$   
 $\therefore OF \cdot FL = OD \cdot FG$   
 即  $\frac{OE}{OD} = \frac{FG}{FL}$   
 然ルニ FG ⊥ CH ハ平行ナルヲ以テ  
 $FG : HC = OF : OC$   
 同様ニ  $FL : CM = OF : OC$   
 $\therefore \frac{FG}{FL} = \frac{HC}{CM}$   
 $\therefore \frac{OE}{OD} = \frac{CH}{CM}$   
 然ルニ  $OD = P, OE = Q$   
 $\therefore \frac{Q}{P} = \frac{CH}{CM}$   
 即  $P \times CH = Q \times CM$

故ニ C 點ニ關スル P, Q 分力ノ能率相等シク即 C ハ P, Q ノ作用點ナリ。

第二 P, Q 二力平行ナル時



AB ナ連結シ  $P \times AC = Q \times BC$  ナル如キ C 點即 A, B 線ヲ  $P : Q = BC : AC$  ナル如キ比ニ分ツ點ヲ求ムレバ可ナリ。

證. 今 C 點ニ關シテ P, Q ノ能率ヲ求ムベシ先ツ C 點ヨリ P, Q ニ垂線 CL, CM ナ引ク然ルニハ兩三角形 CAL, CBM ハ相似形ナルヲ以テ

$$CA : CB = CL : CM$$

書換テ  $CB : CA = CM : CL$

然ルニ AB 線ハ C 點ニ關シテ次ノ比ニ分タル

$$P : Q = BC : AC$$

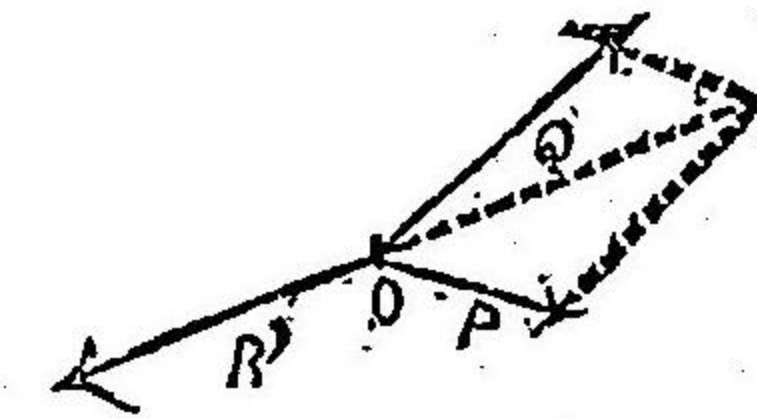
故ニ  $P : Q = CM : CL$

$$\therefore P \times CL = Q \times CM$$

果シテ C 點ニ關スルニツノ力 P, Q ノ能率相等シ。

**力ノ釣合** 二個以上ノ力一點ニ作用シテ各分力互ニ相平均シ其點が少シモ元ノ位置ヲ變ゼザルニハコレヲ力ハ釣合フタリト云フ

一點 O ニ働ク二力 P, Q ノ合力 R トシ O 點ヨリ丁度 R = 正反對ニシテ且ツ等シキ大サナル R' ナル力作用スルトセバ此三力 P, Q, R'



R' ハ釣合フベシ。故ニ 一點ニ働ク處ノ數多ノ力釣合フニハ其各分力ノ代數和ハ零ナリ。

**力ノ分解** 與ヘラレタル一ツノ力ヲ數多ノ力ニ分解スルヲ得ベシ。但シ先ツ初メニ與ヘラレタル力ヲ二ツニ分解シ次ニ又各分力ヲ二ツニ分解シ順次ニカクノ如クス

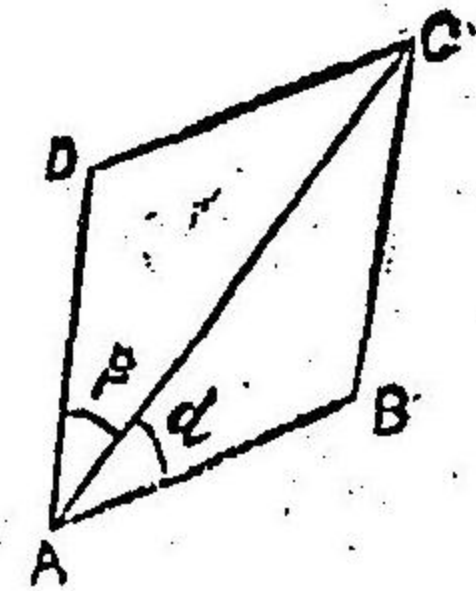
AC ナル線ヲ以テ一ツノ力ヲ表シ之ヲ分解セントスルニ AC ヲ對角線トシ平行形ヲ作レバ可ナリト雖モ AC 線ヲ對角線トスル平行形ハ其數限ナシ故ニ一力ヲ分解スルニハ各分力ノ方向 知レタルカ或ハ一分力ノ大サ及其方



向、知ルヲ要ス

第一 各分力ノ方向知レタル并各分力ガソレヅレ AC ト  $\alpha$  及  $\beta$  ナル角ヲ有スルトセン

A ヨリ AC ト  $\alpha$  角ヲナシテ AB ヲ作り C ヨリ AB ニ平行ナル CD ヲ作ル。次ニ A ヨリ AC  $\beta$  角ヲナシテ AD ヲ作り CD ト D ニ會ス、C ヨリ AD ニ平行ナル CB ヲ引キ AB ト B ニ會ス然ルルハ AB, AD ハ求ムル處ノ分力ナリ。各分力ノ大サハ



$$AB = AC \times \frac{\sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)}$$

$$AD = AC \times \frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)}$$

第二 一分力 AB ノ大サ及 AC トノ夾角  $\alpha$  ヲ知ルルハ A ヨリ AC ト  $\alpha$  角ヲナシテ AB ヲ作り BC ヲ結ブ。C ヨリ AB ニ平行ニ CD, A ヨリ BC ニ平行ニ AD ヲ引キ D ニ於テ交ル AD ハ求ムル所ノ一分力ナリ。

偶力 一物體ノ二點ニ作用スル二分力アリ其長サ相等シク方向平行ニシテ且互ニ正反對ナルルハコノ二ツノ力ヲ偶力ト云フ

偶力ノ性質ヨリ其作用點ハ P, Q 二力ノ働ク點ノ中點ナレ明ナリ コノ作用點ヨリ各力ニ至ル垂線ノ長ヲ稱シテ偶力ノ臂ト云フ

又偶力ノ性質ヨリ其合力ハ零ナルレ明ナリ 因テ偶力ハ廻轉ヲ生ズ 而シテコノ廻轉ノ方向ヲ偶力ノ方向ト稱ス



$$P = k \times v$$

抵抗及摩擦 吾人速ニ馳走スレバ空氣ハ恰モ吾人ヲ押返サントスルガ如キ現象ヲ生ズ、水中ニテハ空中ニ於ケルガ如ク進退自由ナラズ。コノ時空氣或ハ水ハ吾人ノ進退ニ抵抗シタリト云フ 凡テ抵抗ハ一物體ガ他物體ヲ押分テ運動セントスル時ニ起ル

一物體他物體ノ面ニ接シテ運動スルル此二體ノ間ニ起ル抵抗ヲ摩擦ト云フ 凡テ摩擦及抵抗ハ物體ノ運動ヲ障礙スルモノナリ

學者ノ説ニヨレバ 空氣ノ抵抗ハ速度大ナラザルルハ速度ノ自乗ニ比例シ速度大ナレバ其三乗ニ比例スベシト 又摩擦ハ相切スル二物體ノ質ニヨリ差アリ 數多ノ物體ニツキ其摩擦ノ大小ヲ比較シ之ヲ摩擦係數ト云フ、

二ツノ個體間ニアリテハ摩擦ハ

第一 二個體間ノ壓力ニ比例シ

第二 二個體ノ性質ニ關シ

第三 其接觸面ノ大小ニ關セズ

今 P 二個體間ノ壓力トシ f 摩擦係數 F 摩擦トスレバ

$$F = f P.$$

摩擦ヲ減センニハ其面ヲ成ベク滑ニシ且油ノ類ヲ注ス。

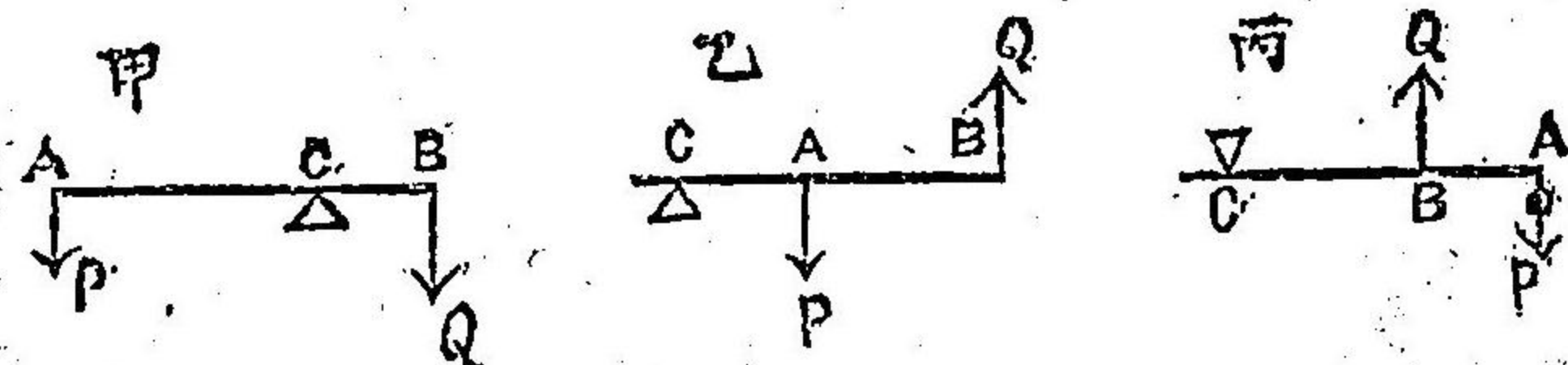
### 器 械

器械ノ種類 器械ヲ大別シテ二トナス一ハ力ノ合成ノ理ヨリナルモノニシテ他ハ力ノ分解ニヨリテナル、前者ハ槌子、滑車、等ニシテ後者ハ斜面ノ類ナリ。

槌子 一條ノ杆ヲトリ一定點ニ於テ支ヘ他ノ二點



ニ力ヲ加フ



圖ニ於テ ABC ヲ其杆ノ一點 C ニ於テ支ヘ(コノ點ヲ支點ト云フ) A ニ重物ヲ鈎下ク(此點ヲ重點ト云フ) レバ B (此點ヲ力點ト云フ) ニ感ズル力ヲ求ムルニ A 點ニ加フル力ヲ P トシ B 點ニ Q ナル力ヲ感ズルトシ C ヲ合力ノ作用ノ中心トスレバ

$$CA \times P = CB \times Q$$

$$\therefore Q = P \times \frac{CA}{CB}$$

故ニ 甲圖ニ於テハ BC が AC ヨリ大ナレバ P ヨリ小ナル力ヲ B 點ニ減ズベク BC が AC ヨリ小ナレバ B 點ニ感ズル力ハ P ヨリ大ナリ。

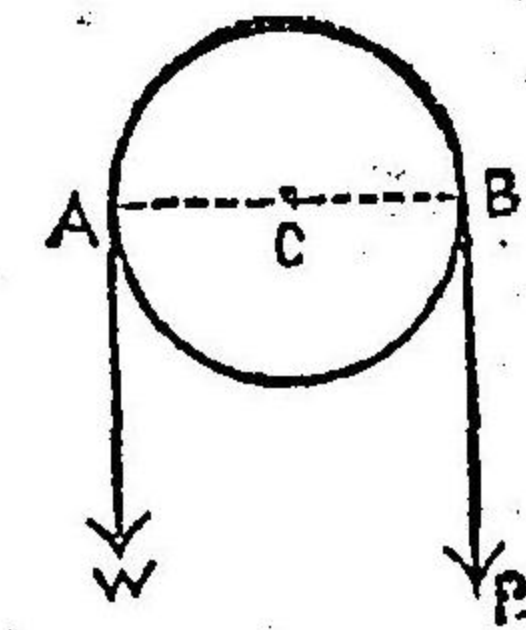
乙圖ニアリテハ B 點ニハ常ニ P ヨリ小ナル力ヲ感ズベシ

丙圖ニアリテハ B 點ニハ常ニ P ヨリ大ナル力ヲ感ズベシ

**滑車** 圓板ノ中心ヲ軸トシテ自由ニ廻轉スルヲ得シモメ又其圓板ノ周邊ニ穿テル凹溝ニ繩ヲ繞ラシタルモノヲ滑車ト云フ 車井戸ニ用フル車ノ如キ即之ナリ 滑車ニ二種アリ一ヲ定滑車ト云他ヲ動滑車ト云フ。何レモ挺子ノ理ニヨルモノナリ

**定滑車** 定滑車ニアリテハ圖ノ如ク W ニ重物ヲ

鈎下ク繩ノ他ノ一端 P ニ力ヲ加ヘテ W ヲ運動セシムルニ用フ。W ナル力ハ A ニ作用シ P ナル力ハ B ニ作用ス而シテ中心 C ハ固定ス、挺子ノ理ニヨリ下式ヲ得但シ  $CB = AC$  ナルヲ明ナリ



$$P = W \times \frac{AC}{CB} = W$$

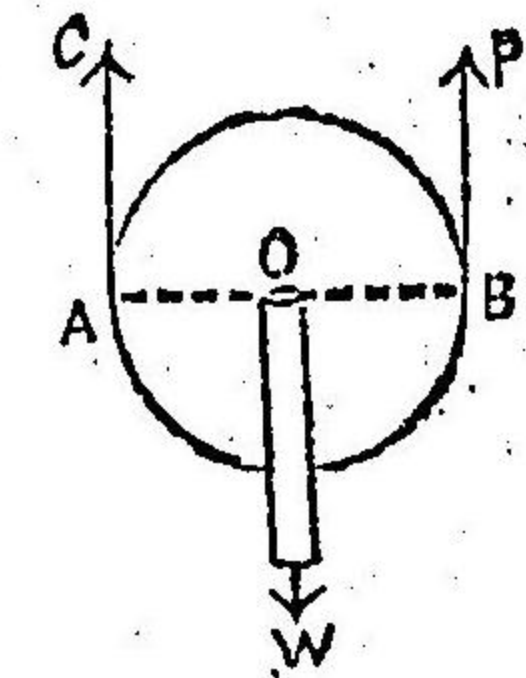
故ニ P ハ W ト同量ノ力ヲ要ス。定滑車ニアリテハ力ヲ益スルヲ能ハズ只其方向ヲ變ズルノミ

**動滑車**

動滑車ニ於テハ定滑車ニ反シ車ヲ一定所ニ固定セズシテ繩ノ一端ヲ固定シ車ハ常ニ重物ト共ニ運動ス 要スル力ハ下式ノ如シ 但

シ O ハ圓心ナルヲ以テ  $AB = 2 \cdot OB$  ナルヲ明ナリ

$$P = W \times \frac{OB}{AB} = \frac{1}{2} W$$

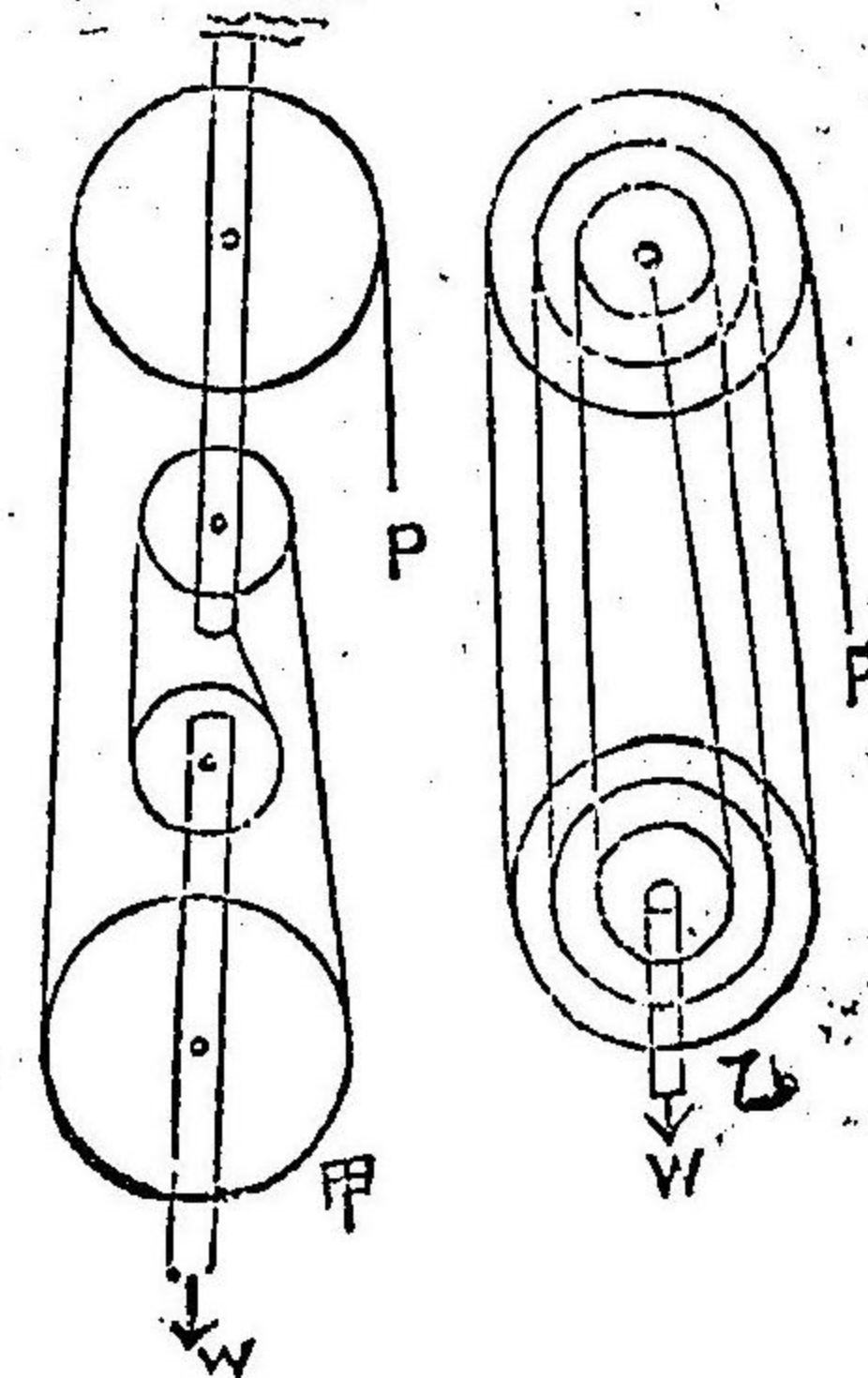


故ニ動滑車ニ於テハ P ハ W ノ半ニテ足レトス。

**複滑車**

第一種 車ノ個數 n 個ニシテ其中半數ハ定滑車、残りノ半數ハ動滑車トス。

然ル時ハ 定滑車ハ力ヲ減ズルヲ能ハザレド 動滑車ハ一枚ニ付二分一ヅノ力ヲ減ズ故ニ  $n/2$  個ニテハ次ノ反比例式ヲ得ベシ





$$\frac{n}{2} : 1 = \frac{1}{2} : \frac{1}{n}$$

故ニ P ニ要スル力ハ

$$P = \frac{W}{n}$$

第二種 n 個ノ車悉ク動滑車ナ

ル也

W ナル重物ハ第一ノ車ニヨリ

第二ノ車ニ減ズル  $\frac{1}{2}$  ナルベク第三ノ車ニハ第二ノ車ニ感ズル  $\frac{1}{2}$  ナルベク即  $\frac{1}{4}$  ナリカクテ P ノ値ハ

$$P = \frac{W}{2^n}$$

故ニ P ハ W ノ  $\frac{1}{2^n}$  ニテ足ルベシ。

斜面 物體ヲ底處ヨリ高處ニ移スニ當リ力ノ分解ノ

理ニヨリ大ニ勞力ヲ減却シ得ベシ。

圖中 AB ハ底トシ BC ハ高サ AC ハ斜面ナリ

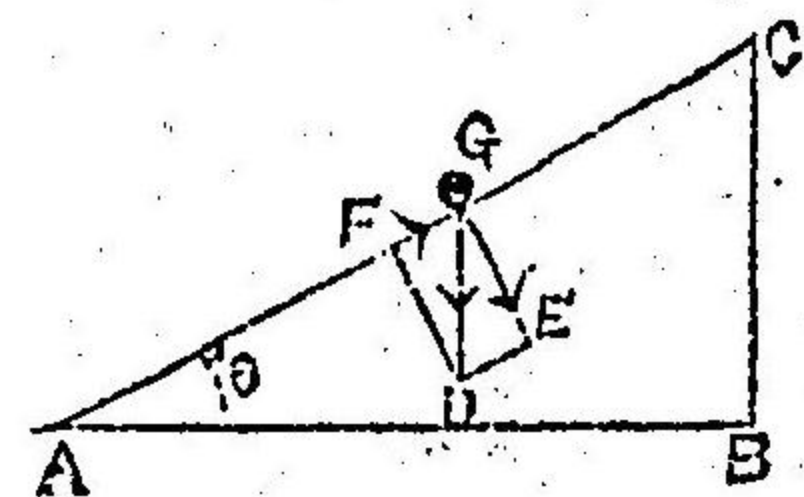
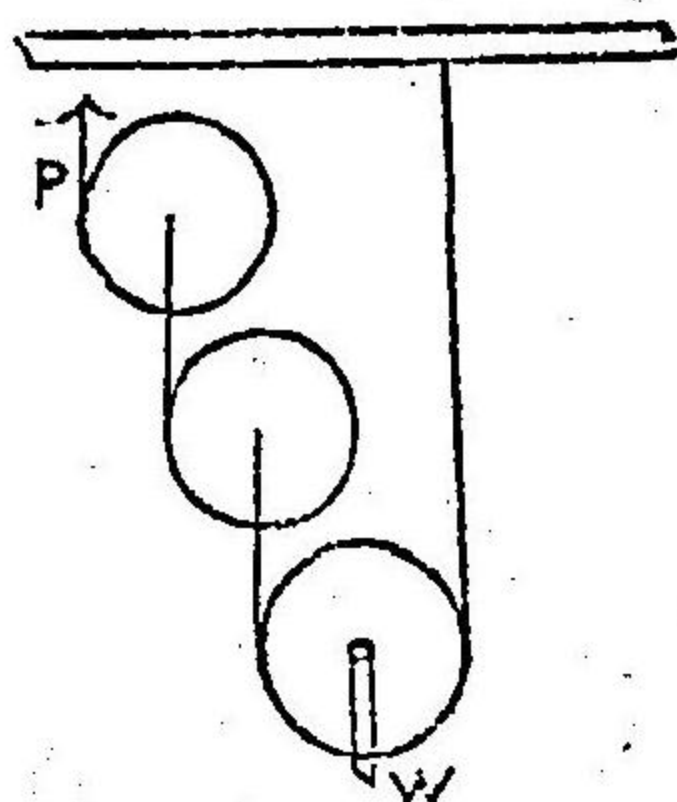
一重物 W ナ A ヨリ C ニ移スニ要スル力 P ナ求ム。

W ナル重物ノ重サヲ GD ニテ表ス之ヲ面 AC ニ直角ナル力ト平行ナル力ノ二ツニ分解スレバ直角ナル力ハ GE (=FD) AC ト平行ナル力 GF 即 P ナ得ベシ WDF 三角形ハ直角三角形ニシテ且 ABC 三角形ト相似ナリ

$$\text{故ニ } GD : P = AC : BC$$

$$\therefore P = GD \times \frac{BC}{AC}$$

今 BAC 角ヲ  $\theta$  トスレバ



$$P = W \times \sin \theta$$

楔 刀斧ノ類ハ皆之ニ屬ス斜面ヲ二ツ合シタルモノニ等シ故ニ斜面ト同理ニヨリ解スルヲ得ベシ。而シテ斜面ノ算式ニ於テ  $\theta$  角小ナルホド P ノ質ハ小ナルベシ故ニ刃薄キホド益々鋭利ナルベシ。

螺旋 螺旋ハ又斜面ノ一種ト見ルヲ得ベシ ABC

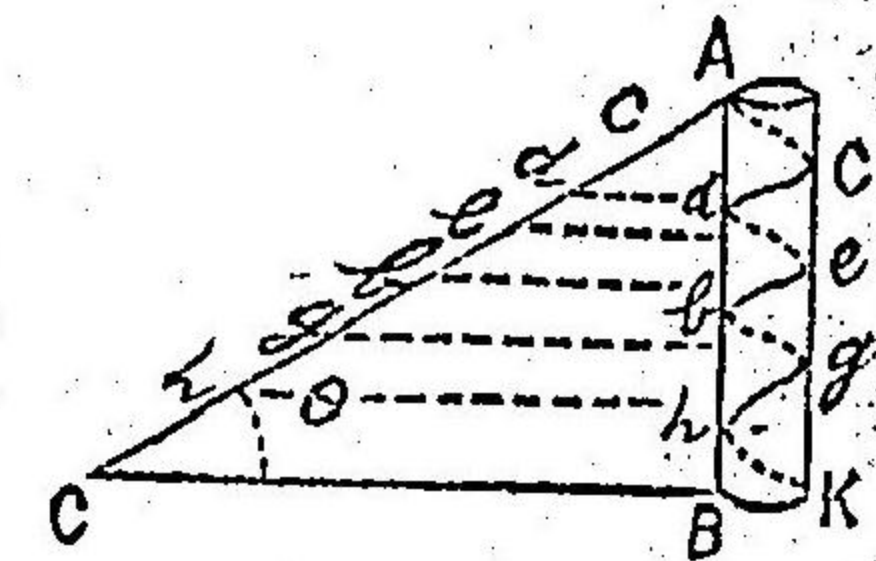
直角三角形ノ紙ヲトリ AB ナ

ル圓棒ニ巻キ付レバ A c d e f g

h k ナル螺旋ヲ得ベシ

コノ故ニ螺旋ヲ以テ重物ヲ

引上げ或ハ押込ム力ハ斜面ノ公式ヲ用フルヲ得。



### 重力

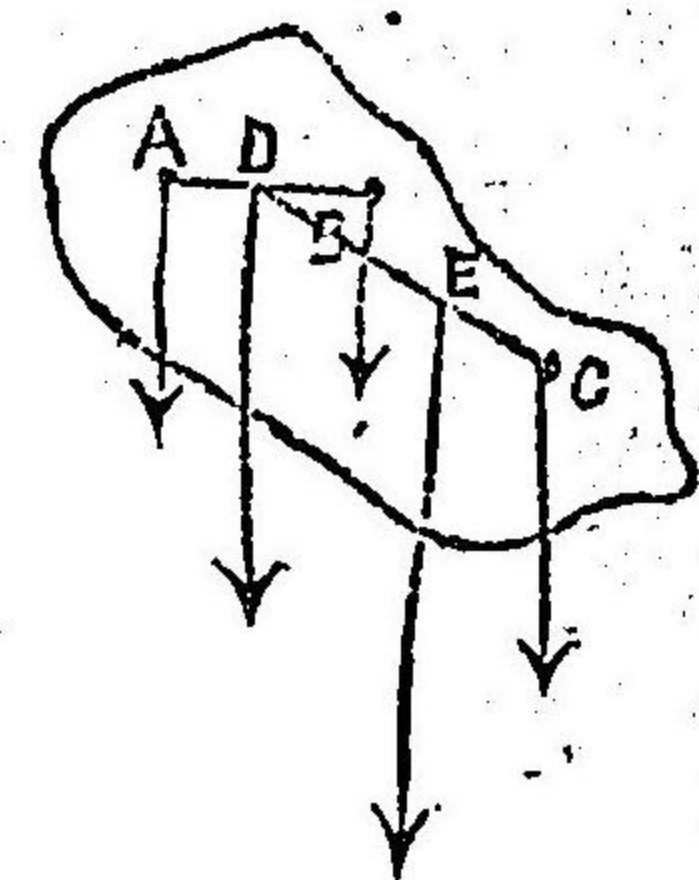
重力 宇宙間ノ物體ハ何レモ互ニ相吸引ス之ヲ引力ト云ヘリ。而シテ地上ノ物體ト地球トノ間ノ引力之ヲ重力ト云フ

法則 二物體ノ引力ハ各物體ノ質量ニ比例シ其距離ニ反比例ス

而シテ重力モ亦コノ法則ニ從フモノナリ

重心 地球上ノ物體ハ何レモ地球ノ中心ニ向テ引付ラルベシ而シテコノ地球ノタメニ引付ラル力ハ恰モ此物體ヲ構成セル各質量ノ合力トチ見ルヲ得ベシ。コノ合力ノ作用點ヲ物體ノ重心ト云フ

例バ一物體 ABC ノ三質點ヨリナ





ルトスレバ其重心ハ A B 二點ニ作用スル重力ノ作用點 D 及 D C 二點ニ働クニ力ノ作用點 E ハ求ムル所ノ重心ナリ  
 重心 E ニ於ケル各質點ニ働ク重力ノ合力ヲ此物體ノ重量ト云フ

**物體ノ落下** 地球ノ表面ニアル物體ハ何レモ皆同一ノ加速度ヲ以テ地球ノ中心ニ向ツテ落下スベシ。落下ノ速度ハ物體ノ大小輕重ニ關スルヲナシ何トナレバ各質點ニ働ク地球ノ引力ハ常ニ相等シケレバナリ。一枚ノ紙ヲ廣クテ落セバ落下ノ速度遅々タリト雖モ之ヲ丸メテ落下セシムレバ其速度大ナルベシ而シテ前後紙ノ重量ニ相違アルヲナシ之レ落下ノ速度ハ物體ノ大小ニ關セザルヲ證スルモノナリ 蓋シ紙片ヲ廣クテ落セバ丸メタルヨリ其面積大ナルガタメニ空氣ノ抵抗大ニシテ從テ落下ノ速度小ナリシナリ

**落體ノ加速度** 凡テノ物體ハ落下ノ速度相等シク每一秒時間ニ 980 せんちめーとるノ加速度ヲ有ス。之ヲ重力ノ加速度ト云ヒ  $g$  ナ以テ表ス

地球ノ重力ハ地心ヲ距ツル距離ノ自乗ニ反比例スルモノナルヲ以テ赤道地方ニ於ケル  $g$  ノ値ト兩極ニ於ケル  $g$  ノ値ニ差違アリ蓋シ赤道地方ハ地ノ表面最モ地心ニ遠ク兩極ニ至ルニ從テ地心マデノ距離少サクナルニ基因ス。實驗上各地ノ重力加速度  $g$  ノ値次ノ如シ

場所	緯度	重力加速度
赤道	0	978.1 せんちめーとる
富士山頂		978.9 //
東京	35°	979.8 //

45°	45°	980.6	//
極	90°	983.1	//

**落體ニ關スル公式** 前條加速度ノ公式ヲヨリニ摘要スルヲ得ベシ

時間ヲ  $t$  最初物體ヲ投下シタル時ノ速度ヲ  $v_0$ 。重力ノ加速度ハ  $g$ 。  $t$  時間ノ終リニ於ケル速度ヲ  $V$ 。  $t$  時間中ニ經過セシ路程ヲ  $S$  トスレバ

$$V = v_0 + gt$$

$$S = v_0 t + \frac{1}{2} gt^2$$

モシ最初静止ノ狀況ヨリ自由ニ落下シタルキハ初速  $v_0$  ハ 0 ナルヲ以テ

$$V = gt \dots\dots\dots(1)$$

$$S = \frac{1}{2} gt^2 \dots\dots\dots(2)$$

コレヨリシテ  $t = \sqrt{\frac{2s}{g}} \dots\dots\dots(3)$

又第  $t'$  時ノ初メヨリ  $t$  時ノ終リマデノ間ニ經過セル距離  $S'$  ハ 但シ  $t'$  ハ  $t$  ヨリ小ナリ

$$S = \frac{g}{2} (t^2 - t'^2) \dots\dots\dots(4)$$

(1) (2) 式ハ次ノ如クニシテモ求メ得ベシ

最初ノ一秒時間ノ初メニ於ケル速度ハ零ニシテ終リニ於ケル速度ハ  $g$  ナリ 第一秒時ノ終リニ於テ落下一度停止シ再ビ運動ヲ初ムル時ハ第二秒時ノ終リニ於ケル速度ハ  $g$  ナリ。以下順次カクノ如シ。然ルニ第二秒時ノ初ノ速度(即第一秒時ノ終リノ速度)ハ  $g$  ナルヲ以テ更ニ第二秒時ノ終リニハ  $g$  タケノ速度加ハルヲナルベシ 因テ第七秒時ノ終



リニ於テハ

$$V = gt$$

次ニ第一秒時ノ初メノ速度ハ 0 ニシテ終リノ速度ハ  $g$  ナルヲ以テ此一秒時中ニ經過セル距離ハ 丁度其中間ノ速度ヲ以テ一秒時間丈運動セルニ等シ ヲレヲ  $d_1$  ナ以テ表ス. 次ニ第二秒時ノ初速ハ  $g$  ニシテ終速ハ  $2g$  故ニ第二秒時中ニ經過セル距離ハ丁度此中間ノ速度ヲ以テ一秒時間運動セルニ等シ之ヲ  $d_2$  ナ以テ表ス. 次第ニカクノ如クナルヲ以テ

$$d_1 = \frac{g}{2} = \frac{0+g}{2}$$

$$d_2 = \frac{3g}{2} = \frac{g+2g}{2}$$

$$d_3 = \frac{5g}{2} = \frac{2g+3g}{2}$$

$$d_4 = \frac{7g}{2} = \frac{3g+4g}{2}$$

カクノ如クナルヲ以テ初メヨリ全  $t$  時中ニ經過セル路程ハ  $0, g, 2g, \dots, tg$  ナル等差級數ノ和ナルベク即次式ヲ得ベシ

$$S = \frac{(0+tg)g}{2} = \frac{1}{2}gt^2$$

注意 各秒時間中ニ經過セル路程ハ奇數ヲナスニ注意スベシ

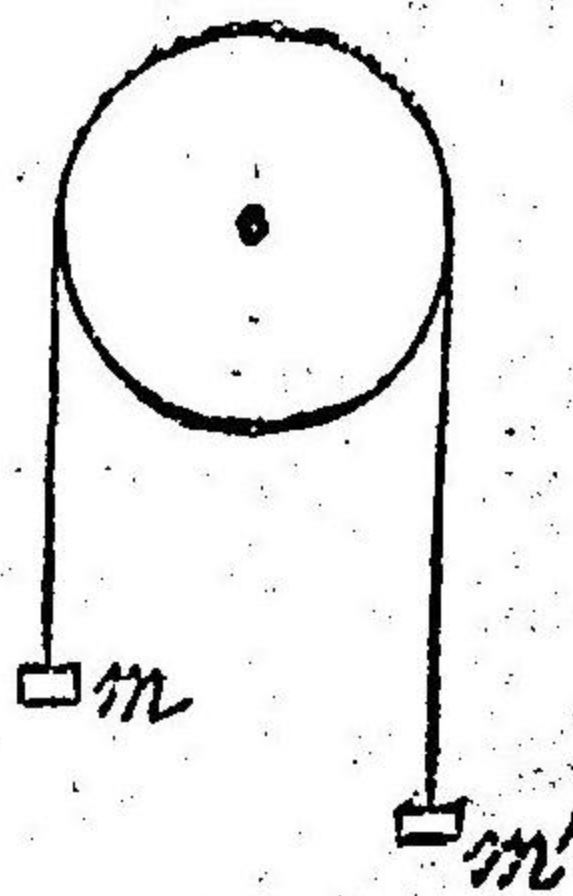
**落體加速度ノ實驗** 落體ノ加速度ヲ實驗スル

ニハ其加速度ノ性質ヲ變ズルヲナシテ 速度ヲ少ナカラシムルヲ便トス 其法次ノ如シ

**第一 わとろーとノ裝置**

滑車ヲ廻レル糸ノ両端ニ  $m, m'$  ナル質量ヲ有スル重物ヲ懸ク. モシ  $m, m'$  ノ重量相等シキハ兩重物ハ常ニ靜止スル

カ或ハ一度運動セシムレバ初ニ得タル速度ヲ變ズルヲナクシテ糸ノ端マテ運動スベシ. 今モシ  $m'$  が  $m$  より大ナリトスレバ  $m'$  ハ下リ  $m$  ハ昇ルベシ. 今  $m' - m = a$  ナリトスレバ  $a$  が自由ニ落下スルハ加速度ノ價ハ  $g$  ナルベシト雖モ  $a$  が落下スベキト同時ニ  $m+m'$  丈ノ物體が運動スベキヲ以テ 其速度ヲ  $g'$  トスレバ



$$g' = \frac{m' - m}{m + m'} g$$

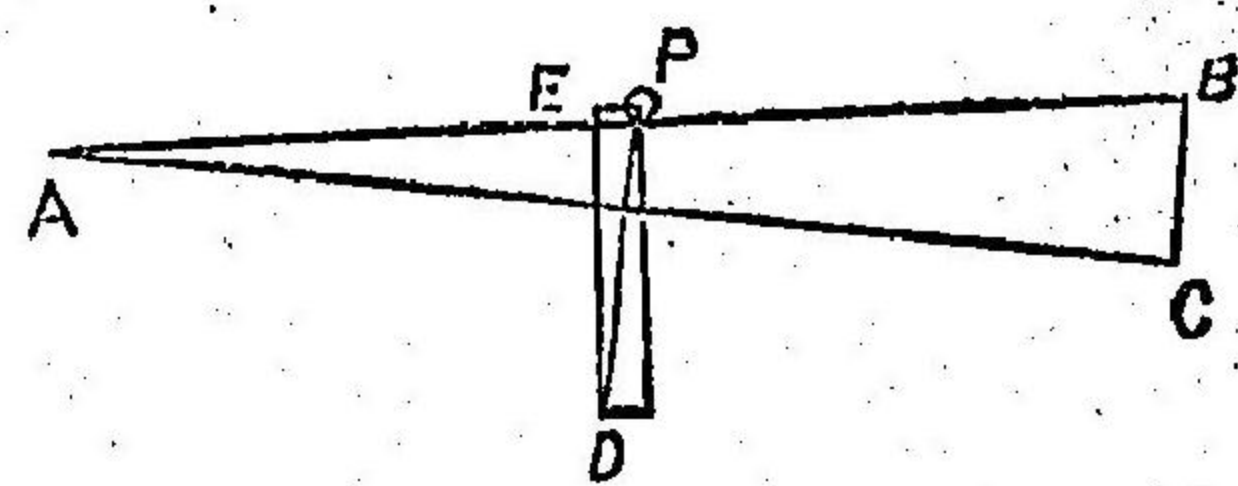
蓋シ速度ハ質量ニ反比例スレバナリ.

上式ヨリシテ  $m' - m$  ナ小ナラシムレバ  $g$  ノ値即動ノ力ハ度ハ小サクナリテ實驗ニ便ナリ

**第二 斜面ヲ用フ**

平滑ナル板上ニ球ヲ轉

バシム 今 P ナル球ノ加速度  $g$  ナ表スニ



PD ナル線ヲ用フレバ

之ヲ AB ナル面ニ垂直ナル力ト PE ナル AB ニ平行ナル力トニ分解スベシ球ハ PE ナル加速度ヲ以テ AB ナル平面ヲ下ルベシ

斜面ノ公式ニヨリ

$$EP = PD \times \frac{BC}{AB}$$

即  $g' = g \times \frac{BC}{AB}$

今モシ AB ナ 100 トシ BC ナ 1 トスレバ P 球ハ  $g$  即



980 せんちめーとるノ百分一即一秒時ノ終リノ速度ハ 9.8  
せんちめーとるトナルベシ

**投上體** 落下スル物體ニ反シ投ゲ上ゲタル物體ハ  
次第ニ重力ノタメニ初メノ速度ヲ減却サルベシ 故ニ投上  
タル物體ハ減速度ノ公式ヲ以テ算スルヲ得ベシ 初ニ投上  
ゲタル時ノ速度ヲ  $v_0$   $t$  時ノ終リノ速度  $V$   $t$  時ニ經過セシ  
路程ヲ  $s$  減速度ヲ  $g$  トスレハ下式ヲ得

$$V = v_0 - gt \dots\dots\dots(5)$$

$$S = v_0 t - \frac{g}{2} t^2 \dots\dots\dots(6)$$

故ニ初速  $v_0$  ナ以テ投上ゲタル物體ハ

$$v_0 - gt = 0 \dots\dots\dots(7)$$

ナル時最上ニ達シコレヨリハ落下ニ向フベシ (7) ヨリシテ

$$t = \frac{v_0}{g} \dots\dots\dots(8)$$

故ニ初メヨリ  $2v_0/g$  時ニ於テ物體ハ最上點ニアリ 故ニ  
 $v_0$  ナル速度ヲ以テ投上タル物體ノ達スベキ高サヲ  $H$  トス  
レバ (6) 式ニ

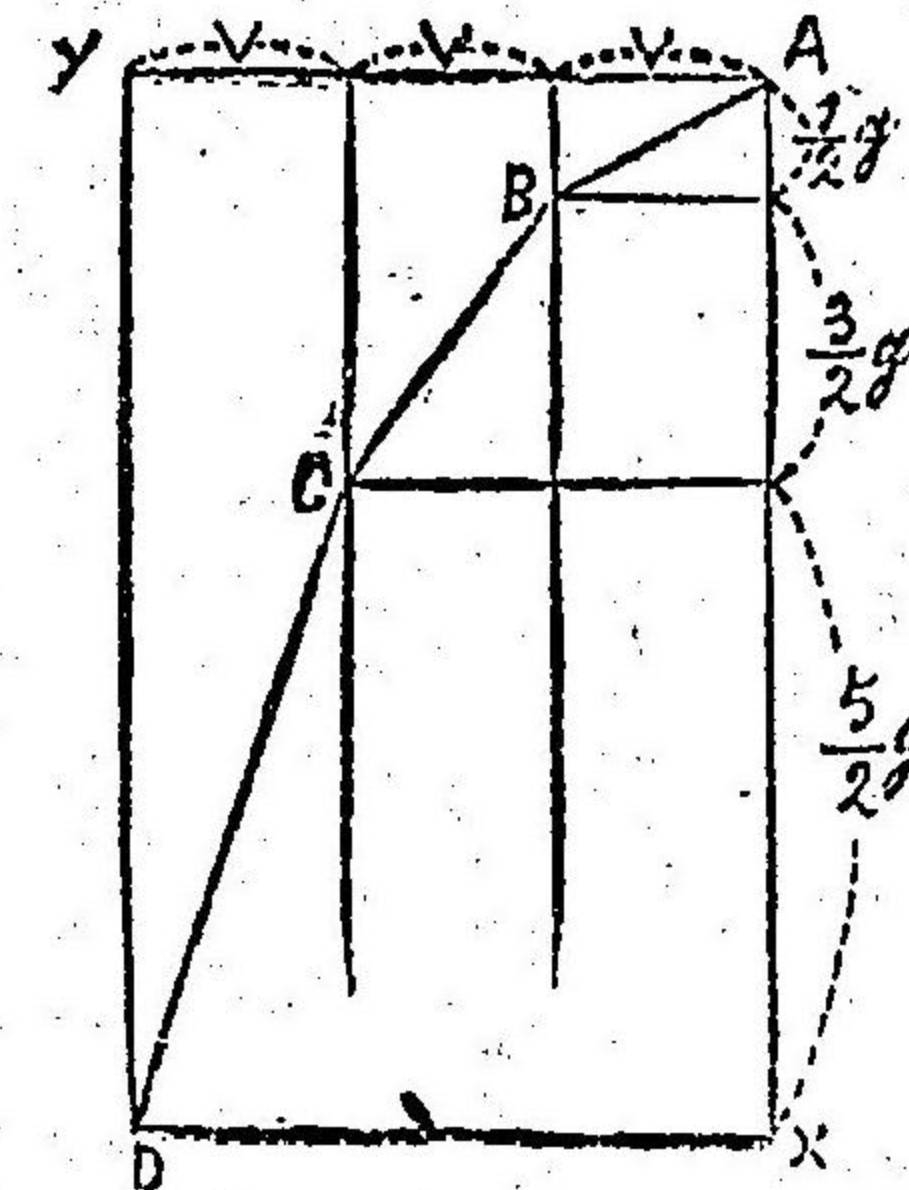
$$H = \frac{v_0^2}{2g} \dots\dots\dots(7)$$

ヲ得ベシ

**拋射** 運動ノ第一法則ニヨリ運動體ハ何時マデモ  
一直線ニ進行スベキ筈ナレバ地球重力ノタメニ地球面ト或  
角度ヲナシテ射出セラレタル物體ハ常ニ地球ノ重力ト初メ  
ニ速ハラレタル射出ノ速度ノ合力ノ方ニ進ムベシ

一物體アリ水平ノ方向ヲ取り一秒  $v$  ノ速度ヲ以テ運  
動ヲ初ムレバ  $t$  秒時ノ終リニ於テハ  $vt$  丈ノ距離ヲ經過セ

リ同時ニ重力作用スルヲ以テ  
初メノ位置ヨリ  $\frac{1}{2}gt^2$  丈落下  
スベシ左圖ノ如シ一秒時ノ終  
リニ於テハ B ニ達シ二秒時  
ノ終リニ於テハ C ニ三秒時  
ノ終リニ於テハ D ニ達ス  
故ニ  $t$  秒時ノ終リニ於テ達セ  
シ實例ハ右圖 D ハ



$$\sqrt{(tV)^2 + (\frac{1}{2}gt^2)^2}$$

ナル式ヨリ之ヲ求ムルヲ得ベシ

ABCD ノ如キ曲線ヲ拋物線ト云フ一般ナル拋物線ノ  
式ハ

$$y^2 = LX$$

ナル形ヲ以テ表スヲ得ベシ前圖ニ於テ AY ノ方向ニ取り  
タル長ヲ X トシ AY ノ方向ニ取りタル長ヲ y トスルニ  
X = 任意ノ價ヲ與フルニヨリ

$y = 1$	トスレバ	$X = 1$
$y = 2$	"	$X = 4$
$y = 3$	"	$X = 9$
$y = 4$	"	$X = 16$

故ニ前式ヲ拋物體ニ應用スヲ得ベシ

モシ斜メニ物體ヲ投上グレバ前圖 D ヨリ A ニ向テ進  
ムモノト見ルヲ得ベク A ニ至リテ再ビ ABCD ト同様ノ  
方向ヲトリテ落下ス 下圖ノ如シ



實際空中ニ於テ  
拋射シタルモノ  
ハ空氣ノ抵抗ノ  
タメニ真正ナル  
拋物線ヲナサズ

圓運動

一質點ガ同

時ニ二力ヲ受ク

ルハ曲線運動ヲナス已ニ前條ニヨリテ明ナリ今モシニ

力互ニ直角ニ作用スルトセバ其二力ノ大ニヨリ 或ハ圓運動

トナリ或ハ隨圓運動トナリ或ハ拋物運

動トナル。今二力ヲ P, Q トスレバ

圓運動ノハ

$$P^2 + Q^2 = 2P$$

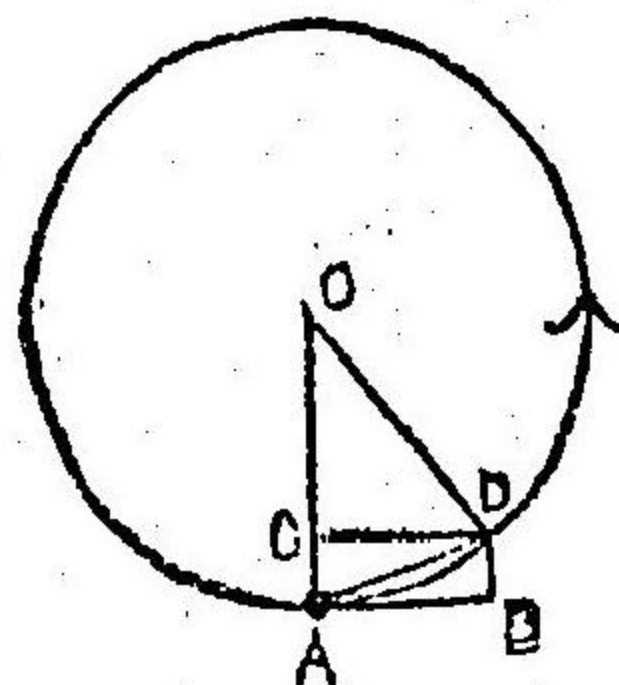
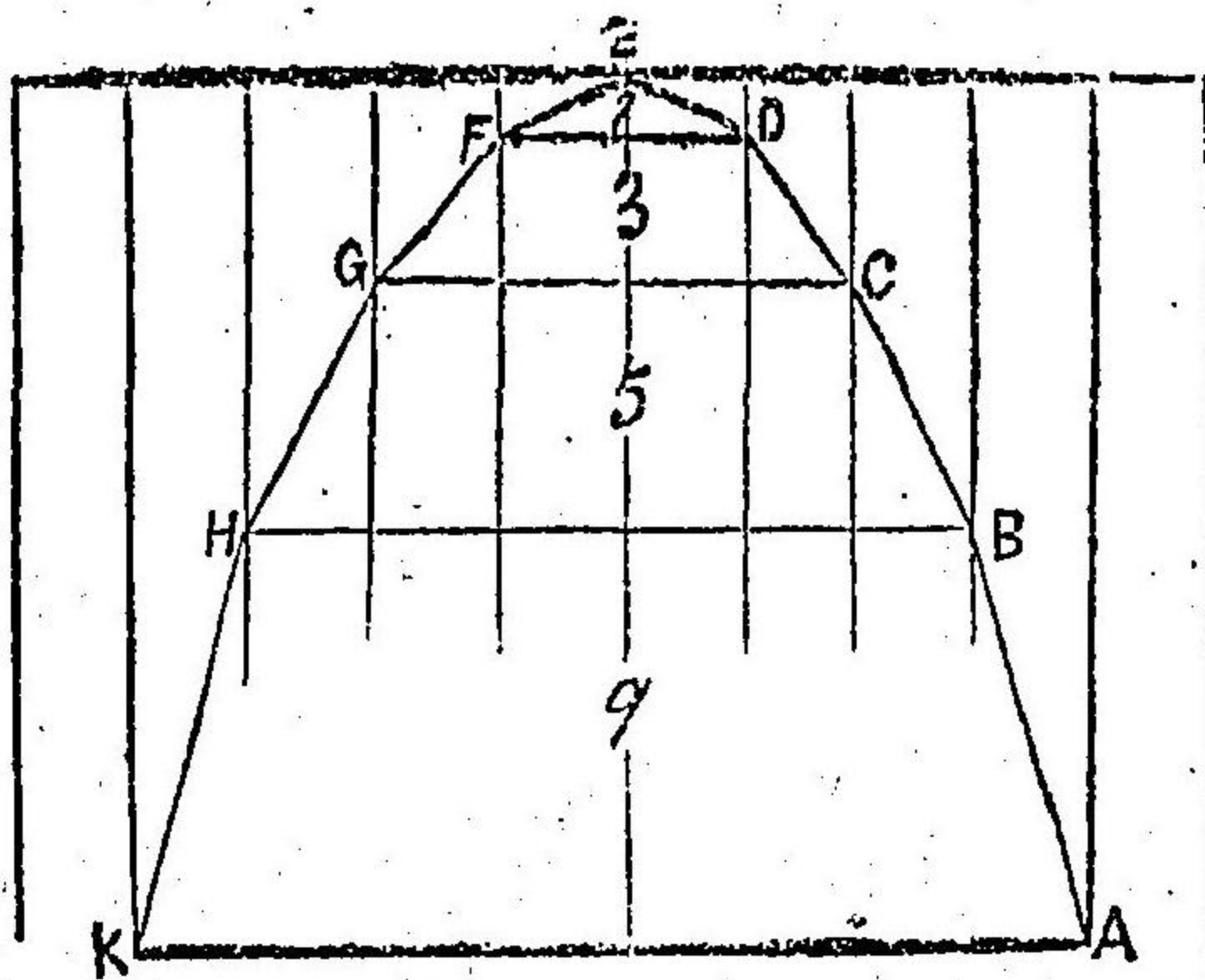
拋物線運動ノハ

$$P^2 = Q$$

ナル如キ關係ヲ有スベシ 上圖ニ於テ AC ハ P ヲ表シ A  
點ヲ O ニ吸引シ AB ハ Q ヲ表シ AB ノ方向ニ運動ス A  
B ヲ接線速度ト云ヒ AC ヲ求心力ト云フ 地球ノ公轉ノ  
如キハ隨圓運動ヲナス

遠心力 今モシ糸ノ一端ニ A ナル球ヲ結ビ付之ヲ  
他端 O ナ支持シテ 球ヲ圖ノ如ク矢ノ方向ニ回轉セシムル  
ハ糸ハ多少引ヲ張ラルベク 回轉益速ナルニ至レバ糸ハ遂  
ニ斷ルニ至ルベシ コノ力ヲ圓心力ト稱ス。圓心力ハ求  
心力ニ反シ中心ヲ遠カラントス

今接線速度ヲ Q トスレバ遠心力 P ハ次ノ如シ



$$P = \frac{4\pi^2 m}{t^2} \quad \text{但 } \pi = 3.1416$$

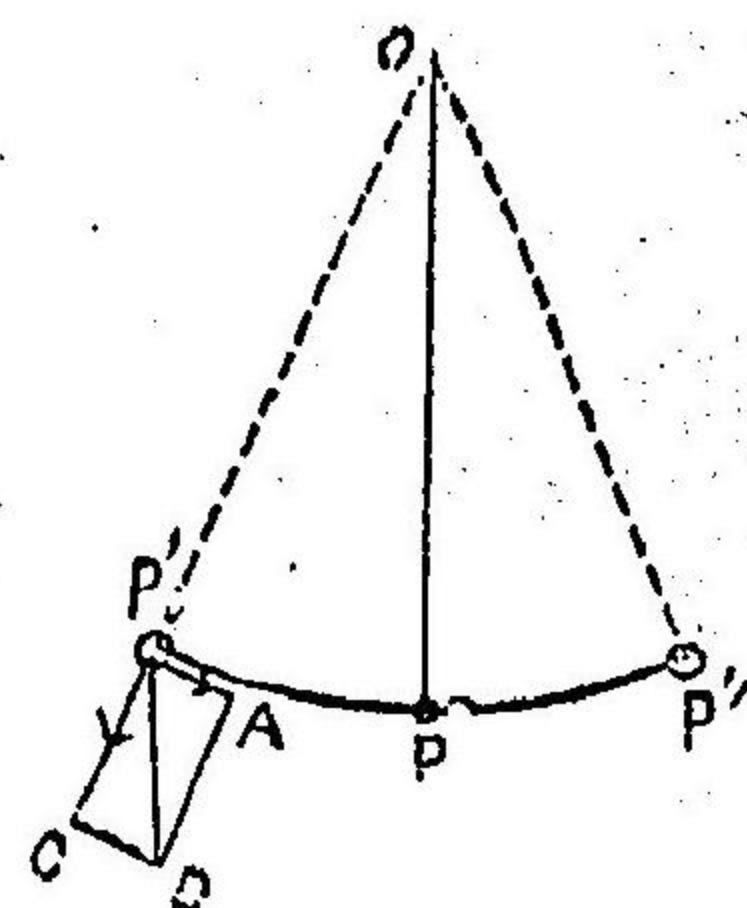
式中  $\pi$  ハ圓周率ニシテ其實 3.1416  $m$  ハ運動體ノ質量ト  
ス

地球ノ南北兩極ノ直徑ガ赤道ノ直徑ヨリ小ナルハ地球未  
ダ全ク固定セザリシハニ當リ遠心力ノタメニ赤道地方ガ地  
心ヨリ遠カリシニヨル。

振子 糸ノ一端ヲ支ヘ他端ニ一重物ヲ結ビ付テ之  
ヲ自由ニ運動セシムレバ之ヲ振子ト云フ振子ニ 二種アリ單  
一振子 復振子之ナリ

單一振子 或ハ數學振子トモ云フ 單一振子トハ  
長サノミヲ有シ其重サヲ有セザル 糸ノ一端ニ重サヲ有スレ  
ル大サヲ有セザル質點ヲ結ビ付クルモノニシテ 實際カクノ  
如キモノヲ作ルヲ得ズ通常極メテ細キ糸ノ一端ニ小ナル鉛  
球ヲ附シテ實驗ニ供ス

OP ナル糸ノ一端ニ P ナル球ヲ附シ P ヲ P' ニモチ  
來リテ放テバ P' ハ P ニ反リ反動ニヨリテ P' ト同ツ高ノ  
ニ至ルベシ 蓋シ P' B ヲ以テ P  
球ノ重ヲ表セバ之ヲ OP' ナル糸  
ト同方向及 OP' ニ垂直ナル即 P'  
P'' 弧ニ接線ナル P' A ナル二力  
ニ分解スルヲ得ベク P' C ハ糸ヲ  
引張ル力即遠心力ニシテ P' A ハ  
P' 點ヲ舊ニ復スベキ力ナリ。



PP' ナル弧大ナルニ至レバ P' A ナル分力ハ益々大ナ  
ルベク弧 P' P ト P' A ハ比例スベキヲ以テ P' ヨリ P ニ



復スル時間ハ PP' 弧ノ大小ニ關セズ

P'ヨリ P''ニ至ル時間ヲ一振動時ト云ヒ之ヲ表スニ T  
ヲ用ヒ OPナル糸ノ長ヲ lニテ表セバ

$$T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

ヲ得ベシコレニヨリ

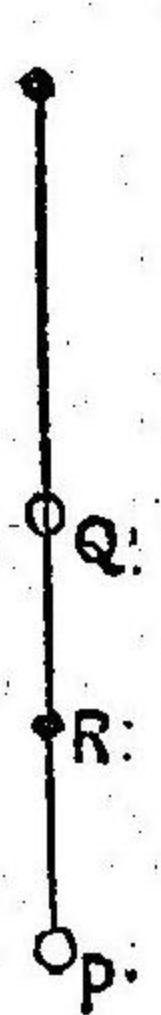
**定則** 振動時間ハ糸ノ長サノ平方ニ反比例ス

カクノ如クナルヲ以テ振子ノ振動時間ハ球ノ重量ト其物質  
ニ關セザルヤ明ナリ

**複振子** 一ノ糸ニ P, Qナル二個ノ球ヲ付

シタル振子ヲ作レバ PトQトハ各其振動時間ヲ  
異ニシ遂ニ二球ノ平均速度ナトルニ至ルベシ 而シ  
テソレハ恰モ Rノ如キ點ニ一質點ヲ有スル單一振  
子ト同様ノ結果ヲ生ズ。カクノ如キ振子ヲ複振子  
ト云ヒ Rノ如キ點ヲ複振子ノ質點ト云フ

時計ニ用フル振子ヲ初メトシ吾人ノ實際作  
ル得ル振子ハ何レモ複振子ナルベシ。



### 秤

物體ノ質量ヲ比較シ其重ヲ量ルモノ之ヲ秤リト云フ  
大別シテ次ノ三種トナスヲ得ベシ 天秤 日本秤 臺秤 之  
ナリ何レモ槌子ノ理ヨリナル

**天秤** 中央ニ於テ支ムラレタル槌子アリ今其一端  
ニ重物ヲ掛ケレバ急ニ平均ヲ失フテ傾クベシト雖モ他端ニ  
モ前ト同量ノ重物ヲ加フレバ再ビ平均シテ舊ニ復スルヲ得  
ベシ 故ニ後ニ加ヘタル重物ノ重量已ニ知レタル并ハ前ニ掛

タル重量ハ之ト等シク即或物體ノ重量ヲ計ルヲ得ベシ。

天秤ノ兩端ニ W wナル重

量ヲ掛ケテ圖ノ如キ位置ヲト

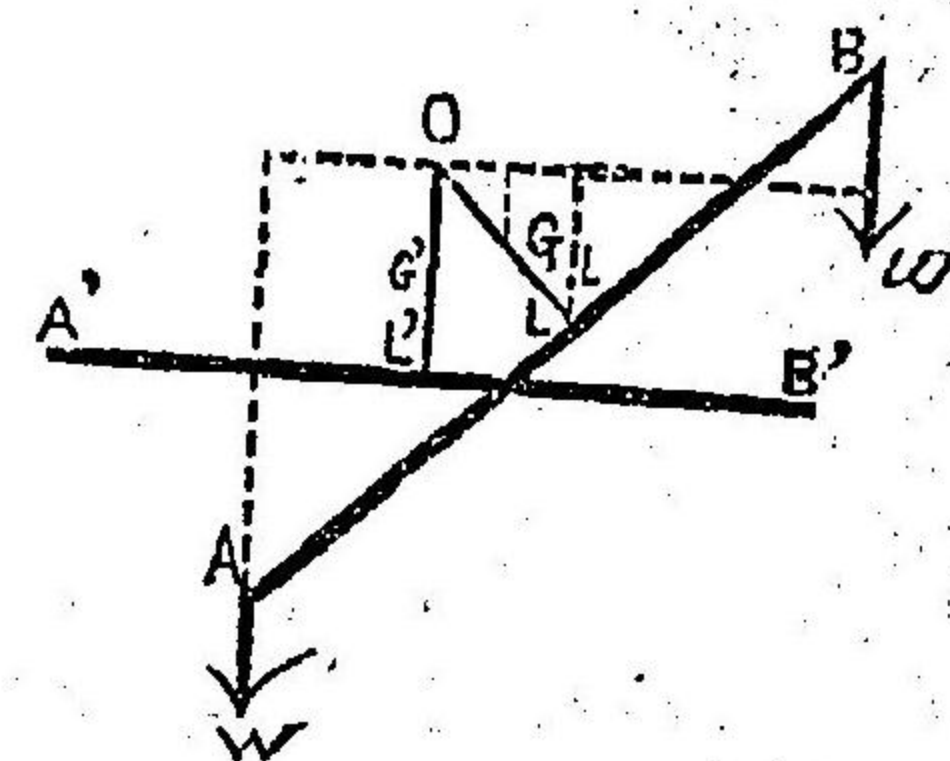
リタリトス。Oヲ天秤ノ支點

トシ Gヲ其重心トス

$$AL = BL = a$$

$$OG = h, OL = k$$

及  $LGOG = \theta$ トスレバ



$$\tan \theta = \frac{W-w}{(w+W)k+Qh} a$$

ナル式ヲ得 Qハ天秤ノ全重量トス

上式ニヨリ W-wノ差大ナル程方程式ノ右邊ハ大ナル  
ルベク從テ  $\tan \theta$  大キリ即傾斜大ナル W=wナリトス  
レバ右邊ハ  $\Delta$  從テ  $\theta$  角ハ 0トナリテ天秤ハ水平ノ位置  
ニアルベシ モシ W-wガ與ヘラレタル并ハ

$\frac{a}{(W+w)k+Qh}$ ガ大ナル程 此方程式ノ右邊ハ大キク從テ  
 $\theta$  角ナルニ至ルベシ即 W-w極メテ小ナルモ天秤ノ傾斜  
大ナルベシ 而シテ  $\frac{a}{(W+w)k+Qh}$ ヲシテ大ナラ  $a$ ヲ大  
ニシ hk及 Qノ價ヲ小ナラシムルヲ要ス故ニ

- 第一 天秤銳敏ナルニハ重心ト支點ト益々近クヲ要シ  
又臂ヲ長クシ秤ヲ輕クスルヲ要ス
- 第二 天秤一度傾斜シ舊位ニ復シ易キタメニハ第一ト  
反ス
- 第三 正確ナラシムルニハ臂ノ長サ及兩臂ノ重量相等  
シカルベシ

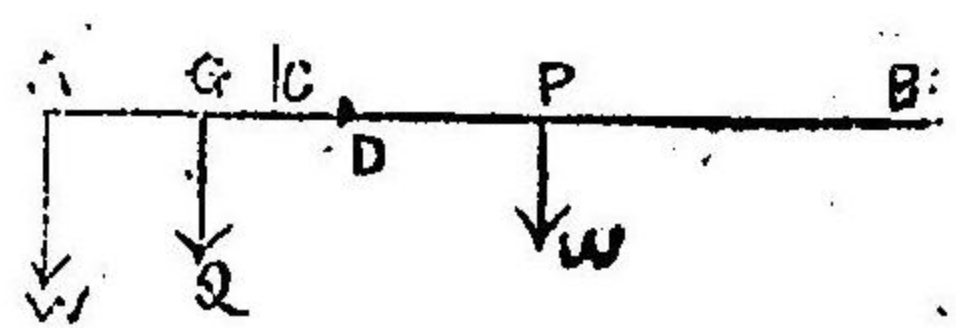
日本秤 左圖ハ日本秤ヲ表ス ABヲ秤リノ全長ト



シ G ナ秤ノ重心トシ其重量ヲ Q トス C ナ支點トシ A ニ

W ナル重ヲ掛ケ P ニ w ナ

ル重ヲ掛ケタリトス コレニ  
テ秤ガ水平ニナルトセバ各分



力ノ能率ハ C 點ニ關シテ O ナルベク因テ

$$W \cdot AC + Q \cdot GC - w \cdot CP = 0$$

今 CD ナル長ヲ

$$Q \cdot GC = w \cdot DC$$

ナル如クトレバ前式ハ變化シテ

$$W \cdot AC = w \cdot (CP - OC)$$

$$= w \cdot DP$$

或ハ  $DP = \frac{W}{w} \cdot AC$

故ニ w ナル一個ノ分銅ヲ以テ DP ナ加減シテ W ナル重  
物ノ目方ヲ知ルベシ

臺秤 かんかんト云フ其理下ノ如シ

圖ニ於テ EF, G

H ハソレゾ E, F

及 G, H, ニテ自由ニ

運動シ得ル様カレラ

レタル板ナリ EF 板

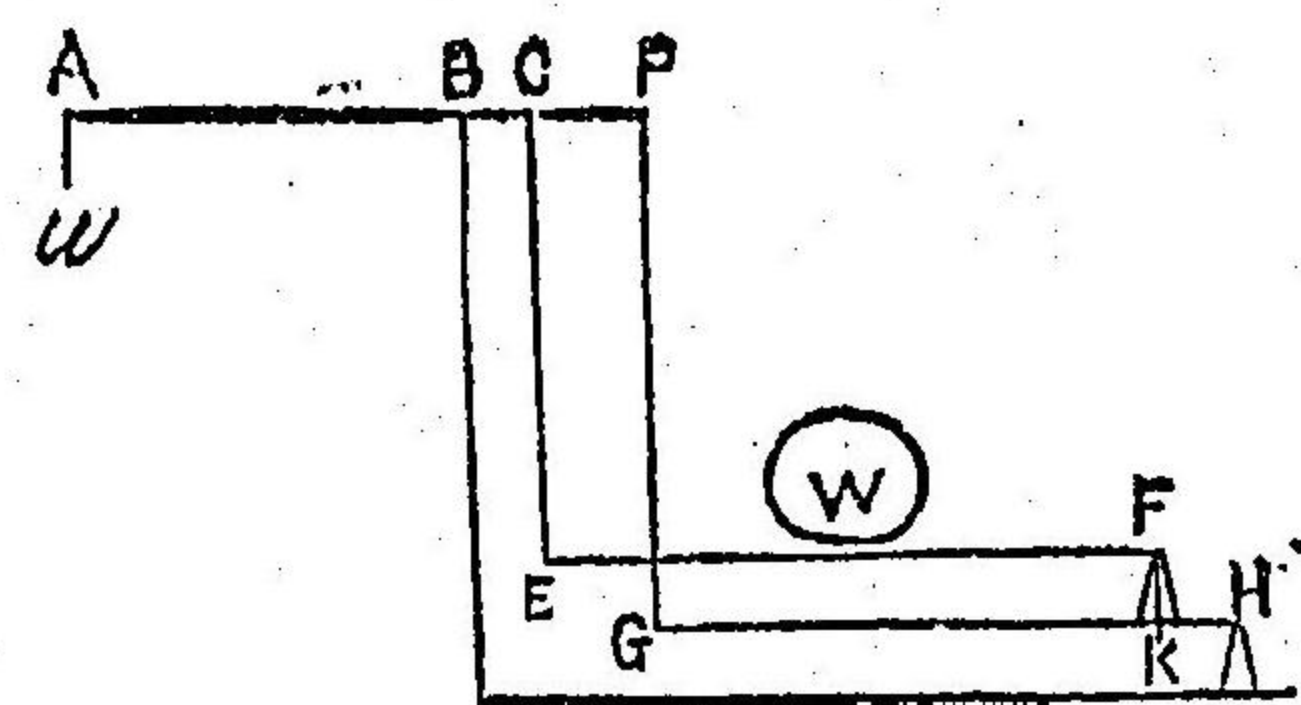
上ニ W ナル重物ヲ

置ケバ此重ハ EF 二點ニ分タル F ハ又 G 及 H ニ作用

スレモ H ハ固定シアルヲ以テ重量ハ専ラ G ニノミ作用ス

而シテ G ニ受ク重ハ槌子ノ理 乙圖ニヨリ

$$\frac{HK}{HG} \times F \text{ ダケノ力ヲ感ズルシ、之ヲ P トシ E ニ作用ス}$$



ル力ヲ q トス P ハ D ニ q ハ C ニ作用スベク今モシ

BD : BC = GH : LH ナル如クセバ P + q 即 W ナ

ル力ハ C ニ加ハフルト同様ナリ故ニ w ナル重ヲ進退シテ

W ナ定ムルヲ得ベシ.

### 仕事及勢力

#### 仕事及其單位

一物體アリ其有スル狀況ヲ變ゼ  
ントセバ慣性ノ定理ニヨリ多少ノ抵抗ヲ有ス. 例バ一靜止  
體ヲ運動セシメントシ或ハ 運動體ヲ靜止セシメントスルニ  
當リ其慣性ニ打勝ツタメニハ必ズ力ヲ要ス 而シテ此力ガ靜  
止體ヲ運動セシメ或ハ運動體ヲ靜止セシムルハ 仕事ヲナ  
セリト云フ 仕事ノ單位次ノ如シ數種類アリ

第一 一タインノ力ガ働キテ一センチメートル  
ノ運動セシメタル仕事ヲ學術上仕事ノ單位トシテ 之ヲ一タ  
インノ名ク

第二 一タインノ一千万倍ヲ以テ一ジュールト  
ス

第三 一タインノ一メートルノ高さニ上ル 仕事ヲ一  
ジュールト云フ 佛國ニテハ一タインノ一メートルノ高さニ上  
ル 仕事ヲ單位トシ之ヲ一ジュールト云フ 英國ニテハ一  
タインノ一メートルノ高さニ上ル 仕事ヲ一  
ジュールト云フ 日本ニテハ 一貫目ノモノヲ一尺ノ高さニ  
上ル 仕事ヲ一貫目尺ト云フ

第四 一タインノ一秒時間ニ一ジュールノ仕事ヲナス早チ一  
ワットトス

第五 馬力 實用上ニ於テハ一秒時間ニ七十五ジュール



らゆ一とるノ仕事ヲナセバ之ヲ一馬力ト云フ 英國ニテハ一秒間五百五十ふ一とぼんとノ仕事ヲ一馬力トス

勢力或ハゑねるぎ一ノ仕事ヲナシ得ベキ能力ヲ云フ 下ノ數種ニ分ツ

第一 運動ノゑねるぎ一 例バ飛來ル銃丸ノ如シモシ之ヲ板ニテ支ヘントスレバ其板ヲ打突ントスルノ能力ヲ有セリ 或ハ回轉セル車輪ノ如シ 之ヲ運動ノゑねるぎ一ト云フ

運動體アリ其質量ヲ  $m$  其速度ヲ  $v$  トスレバ此物體ノ有スル運動ノゑねるぎ一ハ  $\frac{1}{2}mv^2$  ナテ測ル

第二 位置ノゑねるぎ一 一物體アリ地上ヨリ  $h$  尺ノ高所ニアリトスレバ此物ハ地上ノ物體ニ比シテゑねるぎ一ヲ有セリト云フ何トナレバコノ物體ヲ支フル所ノ力ヲ除去スレバ此物體ハ必ズ地上ニ向テ落來ルベケレバナリ、或ハ上所ニアル水ノ如シ 其落下ニ際シ或ハ水車ヲ廻轉セシムル等ノ仕事ヲナス能ヲ有スレバナリ

第三 物體ノ状態ニ關スルゑねるぎ一 例バ水蒸氣ノ如シ水ニ比シ其勢力非常ニ大ナルヲ明ナリ

其他 熱ゑねるぎ一、光、電氣及化學的ゑねるぎ一等數種アリ

ゑねるぎ一ノ不滅 ゑねるぎ一ハ其状態ヲ變ズルヲアルモ決シテ其量ヲ變ゼズ。之ヲゑねるぎ一ノ不滅ト云フ

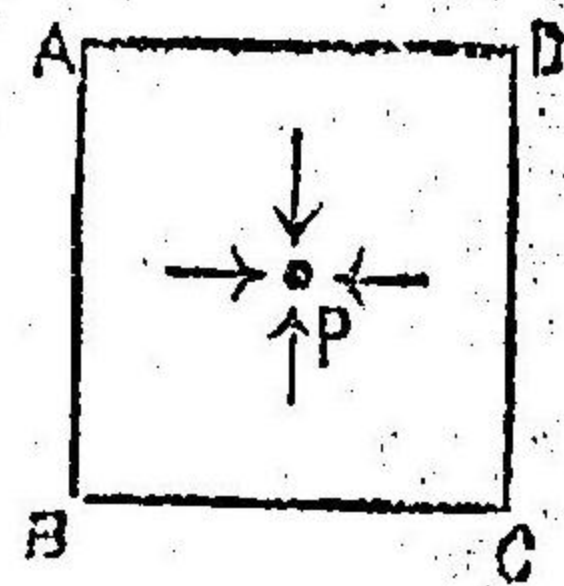
例バ高所ニアル水ノ如シ 最初低所ヨリ高所ニ移スニハ幾何カノ勢力ヲ費シ其水高所ニ止マルノ間ハ一時前ニ費セル勢力ハ消滅シタル如キ觀アリト雖モ 此高所ノ水ガ落下ス

ルニ際シテハ再ビ前ニ費セルト同量ノ勢力ヲ表シテ 仕事ヲナスベシ 或ハ一彈丸ガ鐵板ニ突リテ止マル時ハ 其運動ノゑねるぎ一ヲ失ヒタルガ如キモ實ハ多少鐵板ヲ傷ケ 一部ハ熱トナリ又彈丸ニ變形ヲ來スヲ以テ見レバ最初ノゑねるぎ一ハ消滅シタルニ非ズシテ其狀況ヲ變ゼシニ止マル。

流體

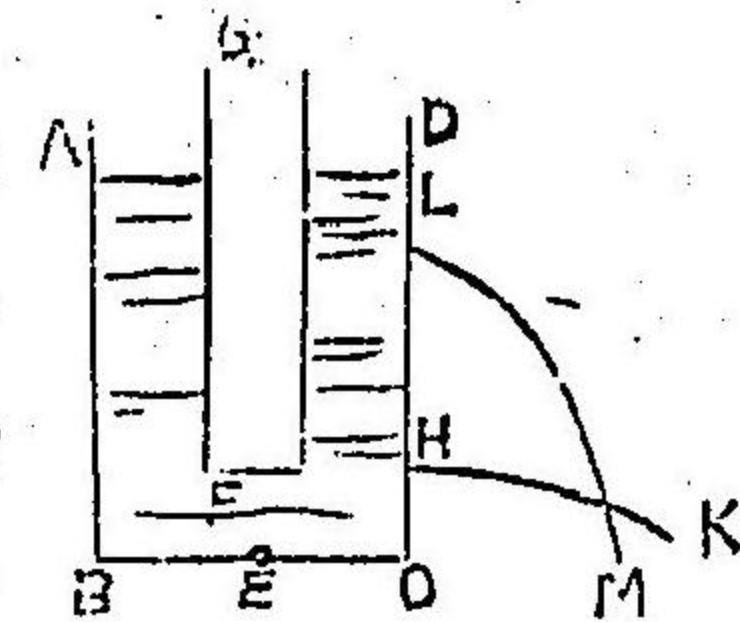
流體 水、酒、等ノ如キ液體及空氣炭酸等ノ氣體ヲ總稱シテ流體ト云フ 流體ハ何レモ一定ノ形狀ヲ保チ得ズシテ常ニ外力ノタメニ其形ヲ變ズ 即固體ニ比シテ分子ノ凝集力弱ク恰ド自體ヲ保守スル力ヲ有セズ

流體ノ壓力 例バ右圖 ABCD ナ流體ノ體トシ其中ノ任意ノ一點 P ニ受クル壓力トハ 此點ノ四圍ノ質點ガ此點ニ直角ニ働ク力ニシテ P 點ヲ上下左右ヨリ壓ス コレヲ此點ニ受クル所ノ壓力ト云フ



下壓、上壓、側壓 上圖一質點 P ニ作用スル所ノ壓力ニシテ下ニ向フモノ、上ニ向フモノ、及側面ニ向フモノアリ

例バ右圖 ABCD ナル桶ニ水ヲ盛り下部 E ニ孔ヲ明クレバ水ハ忽チ此孔ヨリ流水スベシコレ水ハ常ニ上部ハ其下部ヲ壓スルニヨルコレヲ下壓力ト云フ



次ニ底部ニ小孔ヲ有スル器ヲ水中ニ押シ入ルレバ水ハ忽チ底ノ小孔 E ヨリ上方ニ向テ噴出スベシコレ水ハ上方



ニ向テ壓力ヲ有ス之ヲ上壓力ト云フ

次ニ ABCD 器ノ側面ニ孔ヲ穿テ水ハ H K 或ハ L M ノ如ク射出ス 而シテ下部ノモノハ勢力強ク上部ノモノハ流出ノ力弱シ カクノ如ク水ハ側面ニ向テ壓力ヲ有ス之ヲ側壓力ト云フ 上部ノ孔ヨリ射出スル水ハ其勢力弱キハ下部ヨリ其壓力弱キニヨリ深キホド其壓力大ナルベシ 氣體ニ於テモ之ト同様ノ性質ヲ有スルモノトス

流體ニ關スル一般ノ性質 液體ト氣體ニ關ラズ次ノ如キ性質ヲ有スルモノナリ

第一 一點ニ働ク流體ノ壓力ハ 其方向ニヨリテ異ナルヲナシ

第二 流體ノ壓力ハ其深サニ正比例ス

第三 流體ハ其一部ニ受クル壓力ハ 之ヲ全部ニ傳達シ 同面積ニ傳達スル壓力相等シ

一單位面積ニ受クル壓力ヲ P トシ深サヲ d トセバ A ナル面積中ニ受クル壓力 P' ハ左ノ如シ

$$P' = A \cdot P \cdot d$$

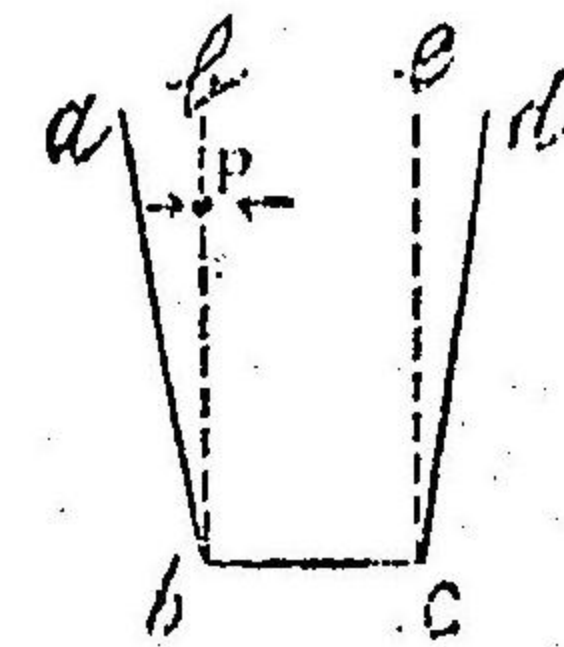
流體ニ關スル各種ノ現象ハ コノ式ニヨリ解スルヲ得ベシ コレヲ ばすかるノ原理ト云フ

器ノ底ニ受クル壓力ハ底ノ面積ニ關シ器ノ形狀ニ關セズ 例バ右圖ノ如ク同シ深サ d 及同シ底面積 A ナル甲乙丙三個器アリ 甲器ハ上口ノ面積底ニ等シク乙ハ上口開キ丙ハ縮小ス此器ニ水ヲ盛ルニ容量ノ多少アルニ關ラズ其底ニ受クル壓力ハ同一ナリトス 其理次ノ如シ

甲器ニ於テハ丁度水ノ全量丈ノ壓力ヲ底面ニ受クベク 今之

チ P トス

乙器ニ於テハ底面 A ニ受クル壓力ハ A 器ニ於ケル P ト同量ナルベシ其理次ノ如シ 底 bc ニ受クル壓力ハ丁度 bcef ナル水柱



ノ重量丈ノ壓力ヲ受クベク其餘分ノ水 abf 及 ecd ハ器ノ側面 ab, dc ニ支ヘラレテ底ニハ何ノ作用スル所モナカルベシ

bf 線中ノ一點 P ニ於ケル側壓力ハ互ニ平均シテ O ニ歸スベシ

丙器ニ於テハ次ノ如シ 先ヅ底 bc 中ノ一部ニ afgd ナル水柱ノ全重量ニ等シキ壓力ヲ受ク之ヲ p トス前條ノ理ニヨリ fg 面積ヲ A' トシ bc ナル面積ヲ A トスレバ A 面ニ受クル壓力 P ハ

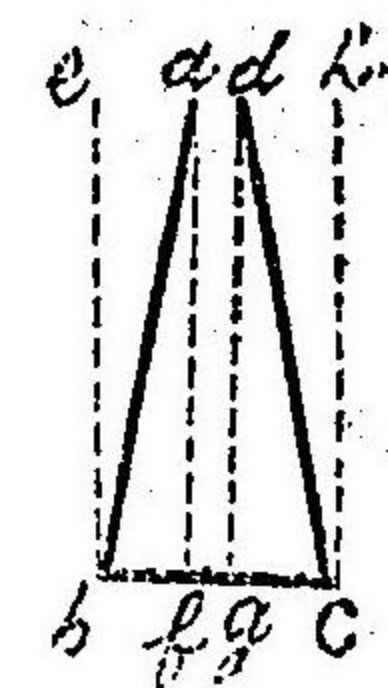
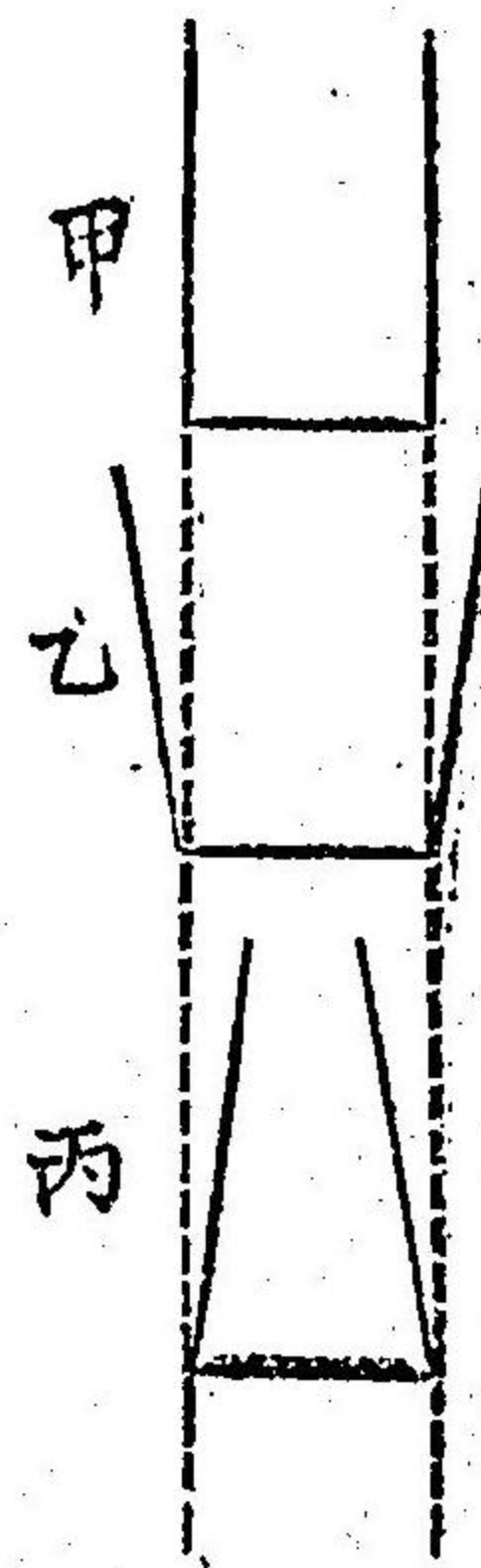
$$P = \frac{A}{A'} p = \frac{A}{A'} m \text{ トスレバ } P = mp$$

故ニ bc ニ受クル壓力ハ ebch ナル水柱ノ全重量ニ等シカルベシ

コレニヨリ器ノ形狀ニ關ラズ其深サ等シキ時ハ 底面ニ受クル壓力相等シ

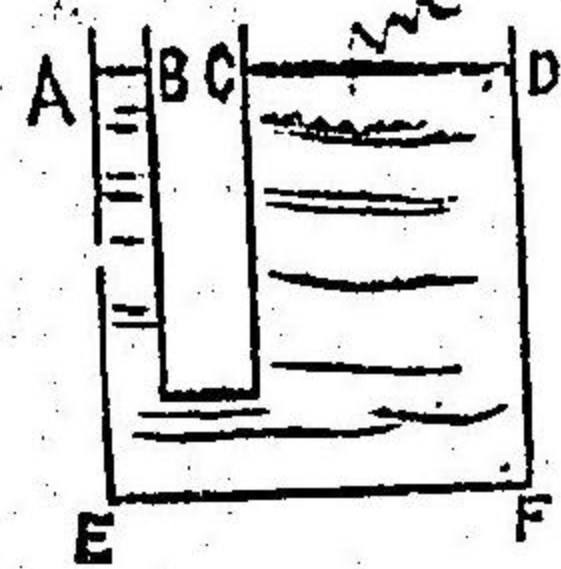
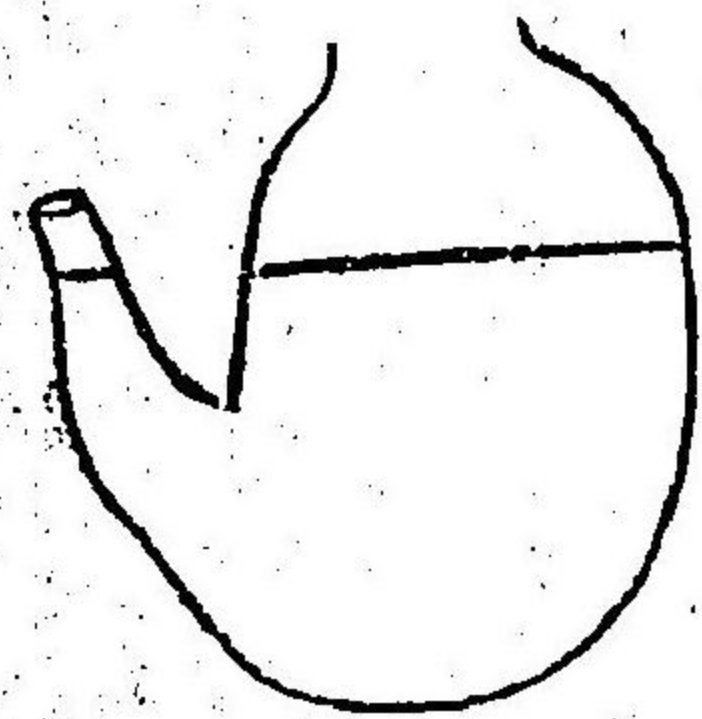
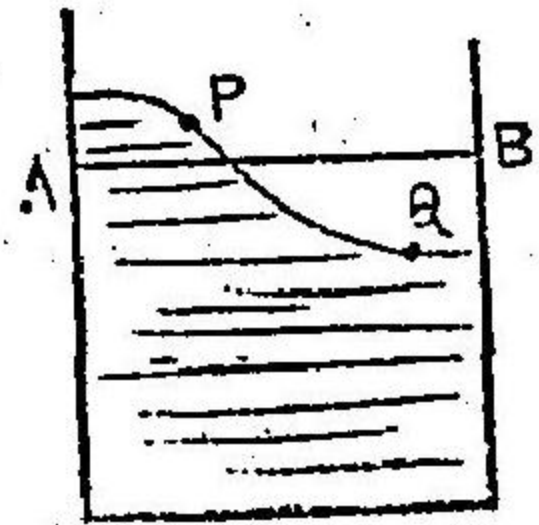
凡テノ液體及氣體ハコノ性質ヲ有ス

液體ノ平均 一器ニ盛レル液面ハ常ニ同シ高サヲ有ス之ヲ液體ノ平均ト或ハ水平ト云フ下圖ノ如シ 例ハ一器ニ盛レル水ニ於テ其一部 P ハ高ク Q ハ低シトス





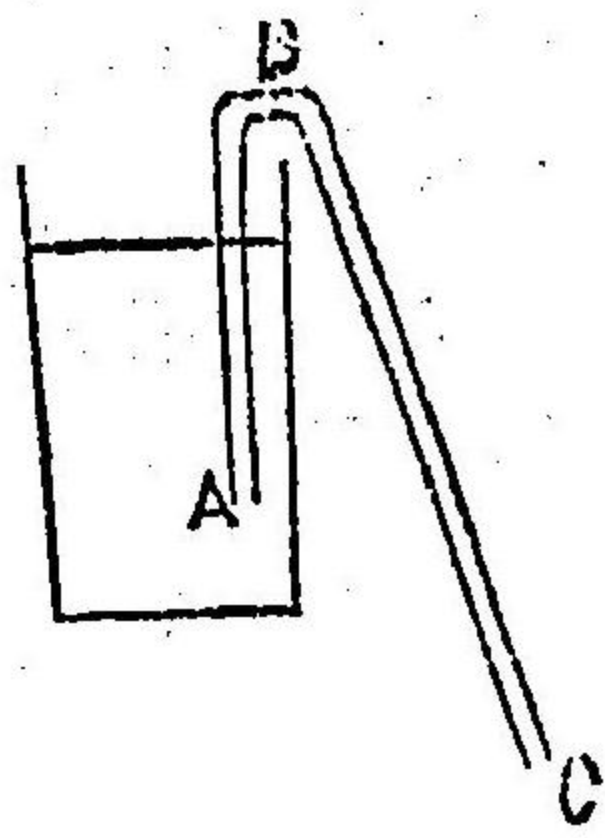
レバ器ノ底ニ受クル壓力平均セズ 而ルニ液体ノ性質ヨリ同シ深サ壓力ノ相等シカラザルベカラザルニヨリ遂ニ PQ ハ移動シテ AB ナル平均ノ高ヲ取ルニ至ル 或ハ左圖ノ如ク一方ハ太ク一方ハ細



キニ關ラズ其兩水面ノ高各相等シカルベシ其理次ノ如シ 蓋シ左圖ニ於テ C D ノ面積ハ AB ニ  $m$  倍セリトセヨ。然ルルハ CD ナル太キ管中ニハ丁度 AB ナル細キ管ガ  $m$  本アルト見ルヲ得ベシ 而シテ其各ハ何レモ AB ト同量ノ水ヲ有スルガ故ニ其底ニ受クル壓力相等シク隨テ高サ相等シキヲ要ス故ニ AB 及 CD ハ同シ高サヲ有スベシ或ハ次ノ如ク解クヲ得ベシ。 AB ナ

ル管ハ高 AE ナ有シ底 EF ナ有ス CD ナル管ハ高 DE 及底 EF ナ有ス 而シテコレニヨリ前條ニヨリ  $AE = DF$  ナルヲ知ル

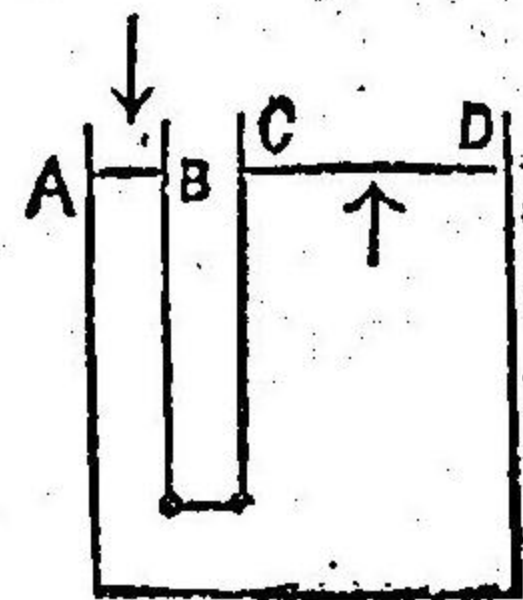
**さいぼん** 高所ノ液ヲ低所ニ移スニ用フ ABC ノ如キ曲管ニシテ其面開放セリ A 端ヲ水ヲ盛レル器中ニ入レ C 端ヨリ少シク吸ヒテ水ガ C ニ達スルニ至リテ之ヲ放置スレバ器中ノ水ガ A 口ニ達スルマデハ續ヘズ C 口ヨリ水ヲ流出スベシ 其理次ノ如シ 最初 C 口ヨリ吸ヒテ水ノ全管中ニ充ツルヤ AB ヨリ BC ノ方長キヲ以テ BC 中ノ水ノ



重量ハ BA 中ノ重量ヨリ大ナリ即 A 點ニ於ケル管中ノ水ノ加壓力ハ C 點ニ於ケル方大ナリ故ニ丁度滑車ニ廻ラセル糸ノ兩端ニ輕重差アル重物ヲ釣下タルト同理ニテ水ハ C 管ヨリ流出スベシ器中ノ中ハ管内ノ空所ヲ補ハントテ A 口ヨリ入りカケテ續ヘズ水ハ C 口ヨリ流出ス。

**噴水** 噴水ハさいぼんノ理ニヨリテ解スルヲ得ベシ。前圖ニ於テ C 口ヲ上方ニ向ハシムレバ水ハ上方ニ射出サル 而シテ射出サレタル水ノ高ハ丁度器内ノ水ノ表面ト同シ高サニ達スルモノトス 但シ實際ニ於テハ同高マテ昇ラズ空氣ノ抵抗アレバナリ。水道等ハ皆此理ニヨル。

**水壓器** 一管ハ大ク他ハ之ニ比シテ非常ニ細ク其互ニ連通セル管アリトス CD ナル太キ口ノ面積ハ AB ナル細キ口ノ面積ノ  $m$  倍ナリトスレバ  $AB = P$  ナル壓力ヲ加フレバ CD ニハ  $mP$  ナル壓力ヲ受クベシ 水壓器ハ此理ニヨリテ作ラル 即細キ管中ニ AB ナル活塞ヲ具ヘ之ヲ壓スレバ丁度  $m$  倍丈ノ力ヲ以テ CD ナル活塞ハ壓セララルベシ



**流體ノ浮力** 凡テ流體ハ物ヲ浮バシメントス之ヲ流體ノ浮力ト云フ 例ハ船ノ水ニ浮ビ風船ノ空中ニ浮ブガ如シ其原理次ノ如シ

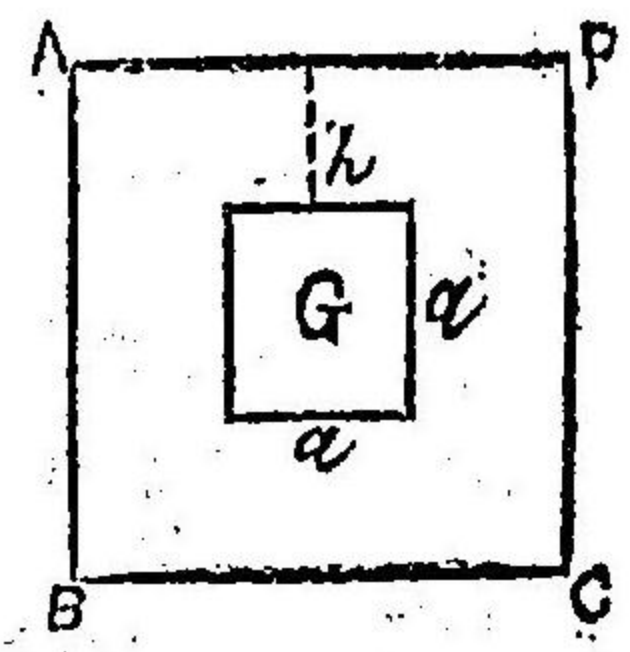
**あるきめですノ原理** 其云フ所下ノ如シ 凡テ流體中ニアル物體ノ受クル浮力ハ其物體ト同容積ノ流體ノ重量ニ等シ

之ヲ云換フレバ 凡テ流體中ニアル物體ハ自己ノ眞重ヨリ其物體ノ容積



二等シキ容積ノ流體ノ目方ヲ減ゼラル。  
 其理蓋シ次ノ如シ。  
 理ノ解シ易カラシメ 或流體中ニ立方形ノ固體ニツキテ之  
 ナ説明スベシ

今 G ナ ABCD ナル流體中ニア  
 ル固體トシ其一邊ヲ a トス 故ニ此固  
 體ノ體積ハ  $a^3$  ニシテ又一ツノ面ハ  $a^2$  ニ  
 等シカルベシ、流體ノ表面ヨリ G ノ上  
 面マデノ高ヲ h トスレバ下面マデノ高  
 ハ  $(h + a)$  ナルベシ。次ニ G 體ノ上面ニ受クル下壓力ヲ  
 P 下面ニ受クル上壓力ヲ Q トス。側面ニ受クル壓力ハ互ニ  
 平均スベキヲ以テ之ヲ算スルノ必要ナシ 然ルニ



$$P = a^2 h m, \quad Q = a^2 (h + a) m$$

ニテ表スヲ得ベシ 但シ m ハ流體一單位容積ニ於ケル重  
 量トス、而シテ此上下壓力ノ差ハ丁度 G 物體ヲ浮バシメ  
 ントスル力ナルベシ 即

$$Q - P = a^2 (h + a) m - a^2 h m = m a^3 .$$

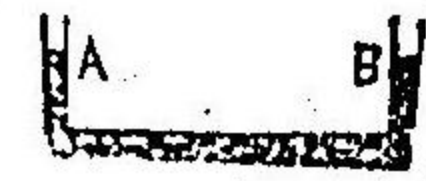
コレ原理ヲ証明スル處ノモノナリ。

**比重測定ノ原理** 前條云ヘル如ク流體中ニテ重  
 量ヲ計レバ丁度其物體ト同容積ノ流體ノ目方丈 其重ヲ失フ  
 ナ知ルコレ比重測定ノ原理ナリトス。即一物體ヲ水中ニ量  
 レバ丁度之ト同容積ノ水ノ重量ト同量ノ目方ヲ失フベシ。  
 故ニ空中ニテ (空氣ニモ浮力アレバ水ニ比シテ非常ニ小ナ  
 ルヲ以テ計算ヲ要セズ) 目方ヲ測リ次ニ水中ニテノ失量ヲ  
 測ルコノ失量ハ丁度コノ固體ト 同容積ノ水ノ目方ナルヲ以  
 テコノ失量ヲ以テ空中ノ重量ヲ除セバ水ニ比シ此物體ハ何

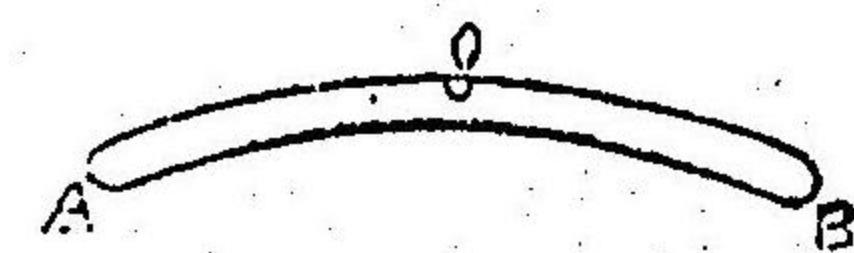
倍ノ重量ナルカヲ知ルベシ。

**同物體ノ流體ニ於ケル浮沈ハ其容積ニ關  
 ス** 例バ小ナル針ハ水中ニ沈メ大ナル鐵製ノ船ハ水上  
 ニ浮ブ。カク同ツ物質ニ付テモ浮ブ時ト沈ムトアリ其理  
 次ノ如シ 前々條  $Q - P$  ナル力即浮力ハ物體ヲ上方ニ向  
 テ壓ス コノ力ニ比シ物體ノ重量 G が大ナルト小ナルト  
 ニヨリ或ハ沈ミ或ハ浮ブベシ。鐵造船ノ如キハ中空ナルヲ  
 以テ之ト同容積ノ水ノ重量ヨリハ輕ク針ハ形小ナリト雖モ  
 同容積ノ水ヨリ重シ 故ニ鐵造船ハ浮ビ針ハ沈ム 比重則定ニ  
 用タル浮秤ハ此理ニヨル。

**水準器** 甲乙二處ノ水平ナルヤ否ヲ驗スルニ用フ  
 ルモノハ液面ノ平均ノ理ヨリナル下圖ノ如シ U 字形曲管  
 ニ水或ハ酒精ヲ入レ之ヲ台上ニ安置スレバ  
 其兩端ナル液ノ高ハ常ニ等シカルベシ AB  
 液面ヲ通シテ遠所ヲ望見スレバ器ノアル場所ト遠所トノ高  
 底ヲ知ルベシ。



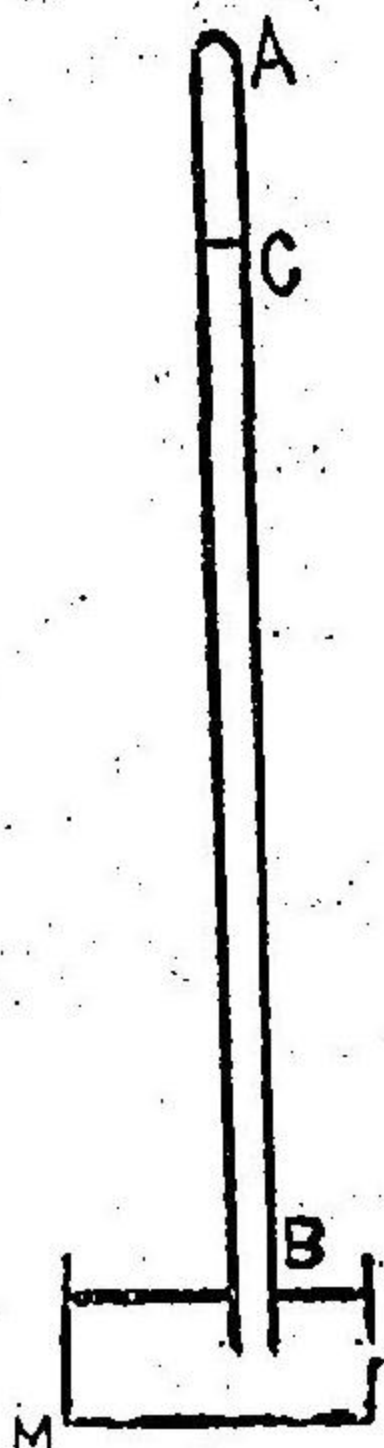
盤ノ水平ナルヤ否ヲ驗スル  
 器ハ右圖ノ如シ AOB ノ如ク  
 圓弧ヲナシテ彎曲セル硝子管ナトリ酒精ノ類ヲ充テ 一小氣  
 泡ヲ殘シテ密閉スレバ空氣ノ小... O ハ常ニ液面ニ浮ビ其最  
 高點ニ位置スベシ  
 AOB ハ圓ノ弧ナルヲ以テ AB 兩端モシ水平ナラバ其最  
 高點ハ丁度 AOB ノ中點ニアリ之ニヨリ盤ノ水平ナルト否  
 トヲ知ルベシ。



**とりせりーノ真空** 長サ凡ソ一メートルノ管  
 ノ一端閉タルモノヲ取り之ニ水銀ヲ充テ 別ニ水銀ヲ盛ル



皿中ニ倒立スレバ水銀ハ凡七十六せんちめ一と  
 るノ高サマテ下ルベシ 右圖ニ於テ AB ナ硝  
 子管トシ B ニ水銀ヲ充テ M ナル水銀ヲ盛レ  
 ル皿中ニ倒立スレバ水銀ハ C 點マテ下降スベ  
 シ。AC ナル間ニハ空氣モナク 其他如何ナル  
 物質モアルヲナシ之ヲとりせり一ノ真空ト云フ



**大氣ノ壓力** 前條ニ於テ水銀ハ C マ  
 テ下降シ其上ハ最早下ラズ 其理次ノ如シ。蓋  
 シ地球上ニアル大氣ハ常ニ M 皿中ノ水銀ヲ壓  
 下スルヲ以テ管中ノ水銀ノ壓力ト茲ニ平均シ爲  
 ニ水銀ハ亦下ラズ 故ニ AB ナル管ノ切口ト  
 同底面積ヲ有スル大氣ノ重量ハ丁度 BC ナル水銀ノ重量ト  
 同一ナルヲ知ル モシ水銀ノ代リニ水ヲ用フルキハ BC ノ  
 長ハ約水銀ノキノ拾三倍トナルベシ コレぽんぶヲ用テ約  
 十め一とる以上ニ水ヲ吸上グルヲ能ハザル理ナリ

**標準氣壓** 前條 BC ナル水銀柱ノ高サ七十六セ  
 ンちめ一とる即七百六十みりめ一とるノ時之ヲ標準氣壓ト  
 シ一氣壓ト稱ス二氣壓ト云ヘバ水銀柱ノ高サ 760×2 みり  
 め一とるノ高ニ達シタルキヲ云フ以下之ニ倣フ

**晴雨計** 凡ソ空氣中ニハ常ニ多量ノ水蒸氣ヲ含有  
 ス 而シテ水蒸氣ハ元來空氣ヨリ輕キモノナルヲ以テ之ヲ  
 含有スル多少ニヨリ空氣ノ重量ニ輕重ヲ生シ 從テ壓力ニ變  
 化ヲ及ボス 或ハ其他ノ種々ノ作用ニヨリ大氣ノ壓力ニ變  
 化ヲ及ボシ此ノ大氣ノ壓力ノ變ハ毎ニ氣象ニ大ナル 關係ヲ  
 有ス 故ニ大氣ノ壓力ノ變化ヲ知レバ天候ノ如何ヲ知ルヲ  
 得ベシ コレニヨリ前條とりせりノ裝置ヲ晴雨計ト云フ

**金屬製晴雨計** 前條水銀晴雨計ハ携帶不便ナル  
 ナテ薄キ金屬ノ管或ハ箱ノ中ノ空氣ヲ排キテ 真空トナシ  
 タルモノヲトリ大氣壓力ノタメ其容積形狀ヲ變化セシメ 其  
 運動ヲ齒車ヨリ指針ニ傳ヘ其大氣壓力ノ變ヲ知ル 但シ度  
 目ハ豫メ水銀晴雨計ニ比較シテ之ヲ定ム

**晴雨計ニヨリ土地ノ高ヲ計ル** 流體壓力ノ  
 理ニヨリ高所ノ空氣ノ壓力ハ底所ノ壓力ヨリ小ナリ 故ニ高  
 所ニ至ルニ從テ晴雨計ノ水銀ハ下ルベシ。通常晴天海面ニ  
 於ケル水銀柱ノ高サ七百六十みりめ一とるナルヲ以テ 通常  
 左式ヲ以テ山ノ高ヲ知ルヲ得ベシト

- 式中 X ハ甲點ヨリ乙點マテノ高サ
- h, H ハ甲乙二所ニ於ケル水銀柱ノ高サ
- t, T ハ甲乙二所ニ於ケル溫度 (攝氏)
- c, E ハ二點ノ濕度
- θ ハ緯度 d 乙所ノ海面上ノ高サ

$$X = 16002 \times \frac{H-h}{H+h} \times (1 + 0.0037t)(H \cdot 0.0062 \cos^2 \theta)$$

**まりをつと或ハぼいるノ定則** 氣體ニ加  
 フル壓力ト其容積トノ關係次ノ如シ

**定則** 溫度不變ナレバ其容積ハ加フル所ノ壓力  
 ニ反比例ス

加フル所ノ壓力ヲ P 原ノ容積ヲ V 後ノ容積ヲ v トスレバ

$$v = \frac{V}{P}$$

ヲ得ベシ然シ後ニ述ブル如ク氣體ノ容積ハ 溫度攝氏ノ一度  
 増減スル毎ニ原容積ノ二百七十三分一ツノ増減スベキニヨ



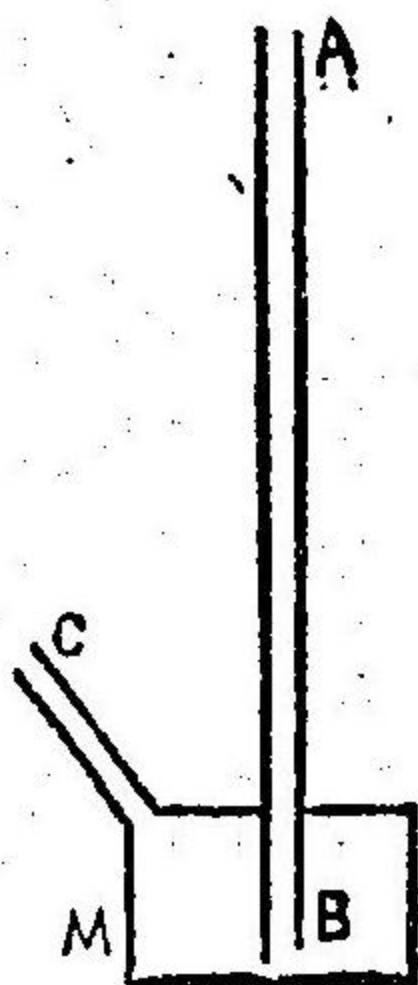
り 温度  $t$  度ニ於ケル容積ヲ  $V$   $t'$  度ニ於ケル容積ヲ  $v$ ,  
P ナ加フル壓力トスレバ

$$v = \frac{V}{P} \times \left\{ 1 + \frac{1}{273}(t - t') \right\}$$

コノ後ノ式ハ だるとん 或ハ げりゆーさつく ノ法則ト云フ

壓力計 晴雨計及まりをつとノ原理ヨリ 壓力計ヲ作ル 三種アリ 蒸氣機鐘等ノ壓力ヲ計ルニ用フ

第一 開放壓力計 小ナル壓力ヲ測ルニ用フ 圖ノ如ク M ナル密閉器中ニ水銀ヲ盛り 兩端開方セル硝子管 AB ナ増入ス C ハ氣罐ニ通ズ C ヨリ 壓力加レバ水銀 A 管中ニ上リ 其壓力ヲ知ルヲ得ベシ



第二 閉鎖壓力計 大ナル壓力ヲ測定シ得ベシ 圖ノ如キ曲管ヲトリ A 端ハ閉鎖シ BC ノ部分ニ水銀ヲ入ル今 D ヨリ 壓力ヲ加フレバ CB ナル水銀ハ管中ニ昇ルベシ今モシ一氣壓ノ時 AB ノ長ヲ單位トスレバ二氣壓ニ於テ  $\frac{1}{2}$  トナリ三氣壓ニ於テ  $\frac{1}{3}$  トナルコレニヨリテ 壓力ヲ測定シ得ベシ



第三 金屬製壓力計 其構造ハ金屬製晴雨計ト大差ナク 只晴雨計ニ於テハ金屬製曲管或ハ箱ヲ真空トナシ 壓力計ハ右ノ管或ハ箱内ニ壓力ヲ加ヘ 其歪ノ度ニヨリ 壓力ノ強弱ヲ知ルベシ.

排氣器 或器中ノ空氣ヲ抽出スルニ用フ二種アリ

一ハ 瓣ト 活栓ノ作用ニヨルモノニシテ他ハ水銀ヲ用フ, 其何レノ種類タルヲ問ハズ 凡テ排氣器ニ於テハまりをつとの定則ニヨリ 空氣ノ張力ヲ利用シテ成レルモノナルヲ以テ 排除セントスル器内ノ空氣ヲノ幾分排出スルニ止マリ決シテ之ヲ真空ナラシムルヲ能ハズ

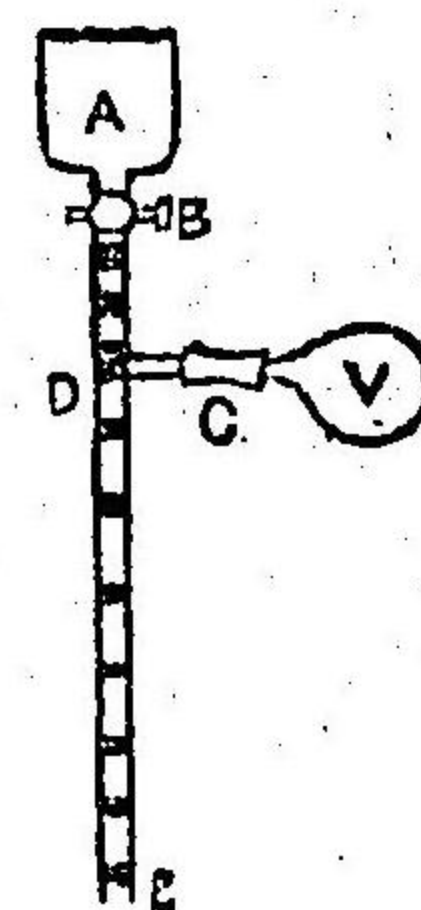
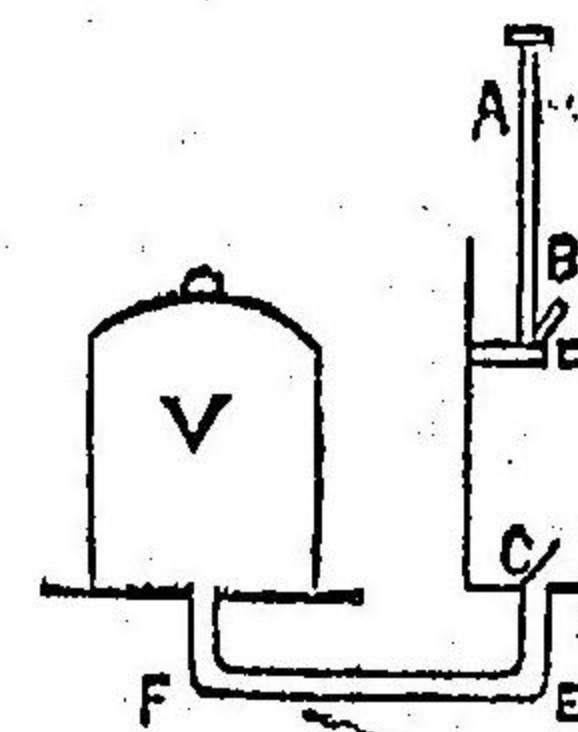
二類ト排氣器何レモ其構造數種アリト雖モ其原理ニ於テハ異ナルヲナシ 次ニ之ヲ略述セン

第一 第一類ニ屬スルモノハ右圖ノ如ク ABC ナル活栓ハ下部ノ曲管 EF ニヨリテ V 中ニ通ズ B ハ活栓ニシテ上方ニ開クベキ瓣 B ナ有ス C 部ニモ又上方ニ向テ開クベキ瓣アリ A ナ以テ引上グレバ B ハ閉テ C ハ開キ V 内ナル空氣ハ其張力ノタメニ FE ナ通シテ C ノ上部ニ入り來ル次ニ A ナ壓下スレバ B ハ開キ C ハ閉テタメニ BC ノ筒内ニアル空氣ハ B ヨリ出去ルベシ. 今 A ナ一回上下スル毎ニ V ナル器ノ  $\frac{1}{v}$  ナ抽出スルヲ得ルトセバ n 回上下スルヲニヨリ V 内ノ空氣ハ  $V'$  トナル其關係式ハ

$$V' = V \times \left( \frac{1}{v} \right)^n$$

コノ器ニ於テハ原ノ千分一内外ノ稀薄タラシムルヲ得ベシト云フ

第二 第二類水銀排氣器ハ次ノ如シ A 中ニ水銀ヲ盛り B ナル活栓ニヨリ圖ノ如ク少シツ、 DE 管ヲ下ラシム



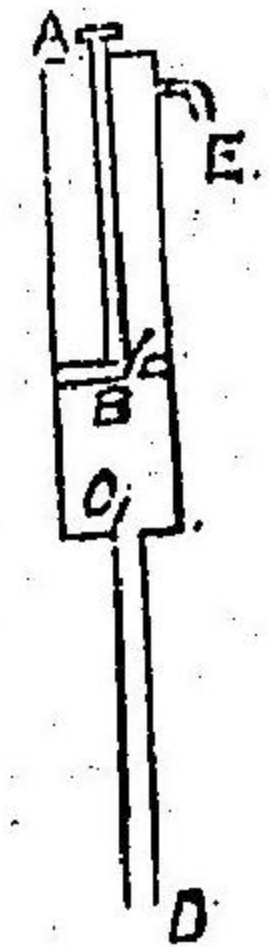


(圖中黒キ部分ハ水銀ナリ) DE 管ノ側方ニ管 DC ナ附シ  
 空氣ヲ排除セントスル器 V ナで心管ニテ連結ス然ルハ水  
 銀ノ切目毎ニ V 内ノ空氣ハ其張力ノタメニ水銀ノ間ニ挟マ  
 レ V 内ハ稀薄トナル 其度原ノ一億分一ナラシムルヲ得  
 ベシト

**壓氣器** ハ其作用排氣器ノ正反對ナリ 氣體ヲ濃  
 厚ナラシムルニ用フ其器械ノ構造ハ 前條第一類ノ排氣器ニ  
 於テ B, C ナル瓣ヲ共ニ下方ニ向テ開ク様ナスベシ 然ルハ  
 ハ A ナ上下スルヲニヨリ V 内ノ空氣ヲ壓縮スルヲ得ベシ  
 ふいでハ上ノ理ニヨル。

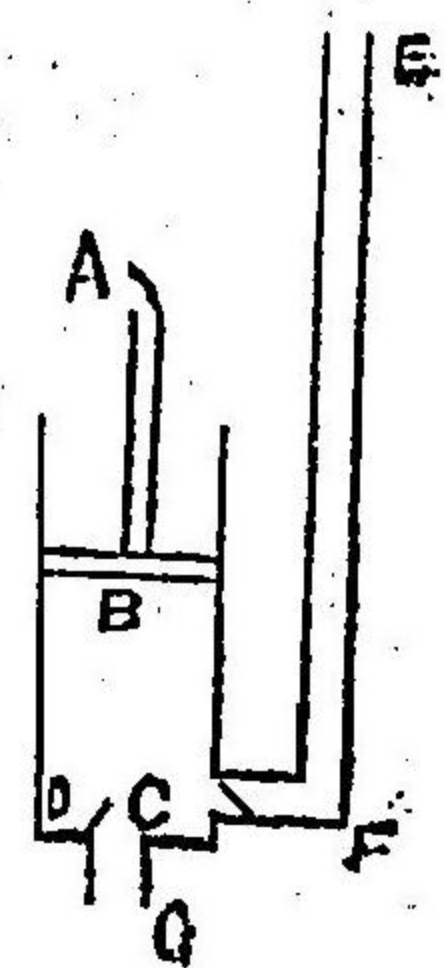
**ぼんぶ** 次ノ種類アリ 低所ノ水ヲ高所ニ送ルニ用  
 フ

**第一 吸上げんぶ** ABC ノ部ハ活塞ニシテ  
 BC ハ共ニ上方ニ開クベキ瓣ナリ D ハ水中ニ入  
 リ E ヨリ水ハ流出ス其理凡テ空氣ぼんぶト同一  
 ニシテ明ナルヲ以テ説明ヲ略ス



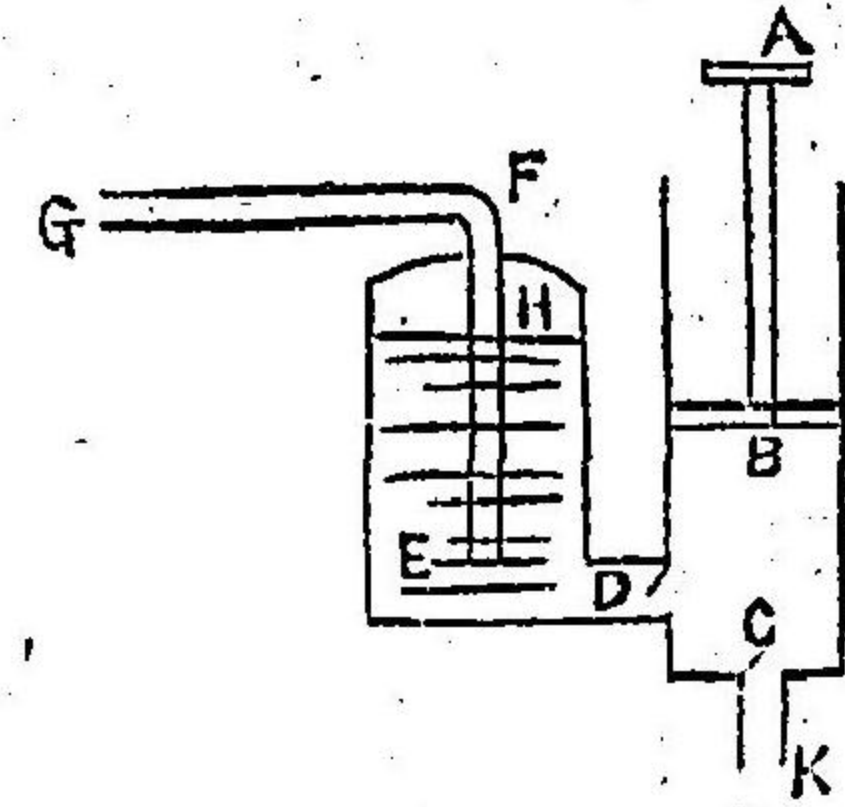
大氣壓力ノ作用ノ條ニ於テ述ベシ如ク CD ナ  
 ル高ハ約十め一トる以下ナルベシ。

**第二 押上げんぶ** B ナル活塞ニハ瓣  
 ナ有セズ D ハ上方ニ開キ C ハ F ノ方ニ  
 開クベキ瓣ナリ G ハ水ニ通ズ 此器ニア  
 リテハ A ナ壓スル力強ケレバ F ハ如何程  
 高所ニテモ水ヲ送り得ベシ。



**第三 消火用ぼんぶ** 之ハ第二押上げ  
 んぶニ空氣ノ壓力ヲ利用シタルモノナリ其  
 構造次ノ如シ AB ハ瓣ヲ有セザル活塞 C ハ上方ニ D ハ

EH ナル箱ノ方ニ向テ開クベキ  
 辨ナリトス AB ナ上下スレバ水  
 ハ K ヨリ次第ニ EH 内ニ入り  
 來リ爲ニ EH 中ノ空氣ハ壓縮  
 セラレ 其張力ノタメニ水ハ絶へ  
 ズ EF G ナ通シテ射出スベシ



**液體表面張力** 凡テ液體ノ表面ハ一度一枚ノ薄  
 キ〇ヲ張りツメタルガ如ク其分子ノ引力ハ 内部ニ於ケルヨ  
 リモ強シ之ヲ液ノ表面張力ト云フ

例バ水滴ノ將ニ落ントシテ少時ハ落下セズ 或ハ静止  
 セル水面ニ針ヲ浮ベ得ルガ如キ之ナリ

**毛細管現象** 例バー本ノ極メテ細キ管ヲトリ之  
 ナ水中ニ入ルレバ水ハ忽チ高ク管中ニ昇ルベシモシ 右ノ管  
 ナトリ水銀中ニ入ルレバ 水銀ハ管内ニ昇ラザルノミナラズ  
 却テ他ノ部分ヨリ下ルベシ。 コノ現象ヲ毛細管ノ現象ト云  
 フ 凡テ管ヲ濡スベキ液ハ管ニ昇リ然ラザルモノハ之ニ反  
 ス 故ニ毛細管ノ現象ハ液ノ凝集力が其管ト液トノ粘着力  
 ヨリ強キ并管ニ昇ル。



# 熱學

＊

## 溫度及熱

**熱** 凡テ物體ノ分子ハ絶ヘズ前後左右ニ運動スルモノナリ、而シテ其運動益々急劇ナルハ熱ハ益々強クナルト云フ。

**溫度** 溫度ナル語ハ吾人ノ感覺ヨリ來ル、例バ一室内ノ器物ニ手ヲ觸ルニ或物ハ温ク感シ或物ハ冷ニ感ズ温キモノハ冷ナルモノニ比シ溫度高シト云フ 而シテ吾人ノ冷温ヲ感ズルハツマリ吾人ノ體温ヲ吸取ラルト多少ニヨリテ異ナルモノトス

**熱ノ傳達** 凡テ物體ガ熱ヲ傳達スルニ各遲速アリ熱ヲ導クノ速ナルモノヲ良導體ト云ヒ 比較的遅キモノヲ不良導體ト云フ

金屬ハ一般ニ良導體ニシテ毛綿等ハ不良導體ナリ氣體ノ如キハ恰ド傳導性ヲ有セズ

各種物體ノ傳導性ハ次ノ如クナリト云フ

銀	100	鉛	8
銅	70	白金	8
鐵	12		

**熱ノ傳達率** 一立方センチメートルノ物體ヲ溫度攝氏一度ノ差ヲ有スルニ物體間ニ挾ミ 一秒時間ニ幾何ノ熱ヲ傳達スベキヲ算シ之ヲ傳導率ト稱ス

下ニ二三ノ傳達率ヲ掲グ

銅	1.04	綿	0.00004
黃銅	0.26	水	0.0013
鐵	0.16	空氣	0.00006
石	0.005		

**熱原** 熱原ノ重ナルモノ大畧下ノ如シ

- |    |     |    |     |
|----|-----|----|-----|
| 第一 | 太陽熱 | 第二 | 地熱  |
| 第三 | 電氣熱 | 第四 | 化合熱 |
| 第五 | 摩擦熱 | 第六 | 槌擊  |
| 第七 | 壓迫熱 |    |     |

第一第二ハ共ニ太陽及地球ヨリ得ル所ノ熱ニシテコレ熱ノ大本原タリ 第三ハ電氣ノ條ニ詳論スベシ 第四ハ物體ノ化合スル際ニ起ル所ノ熱ニシテ物ノ燃燒等之ナリ 第五第六第七ハ共ニ分子運動ノ變化ヨリ起ル

**熱量** 一合ノ水ヲ沸騰セシムルヨリハ一升ノ水ヲ沸騰セシムル方長時間ヲ要ス從テ之ニ加ヘタル熱ノ分量ニ多少アルヲ勿論ナリ

**溫度ト熱量ノ相違** 一合ノ水ヲ沸騰セシメタルト一石ノ水ヲ沸騰セシメタルト 其水ノ溫度ハ何レモ相等シ 然ルニ一合ノ沸騰水ハ何ノ得ル所モナシト雖一石ノ水ハ大ナル器械ヲ運轉シ得ベシ、コレ水ノ量大ナルニ從テ其有スル所ノ熱量大ナレバナリ。

即溫度ト熱量トハ同一ノモノニアラズ

**熱量ノ單位** 一ぐらむノ水ヲ溫度一度丈昇ラシムルニ要スル熱量ヲ單位トシ之ヲかるリト名ク 故ニ例バ五きろぐらむノ水ヲ溫度十五度丈昇ラシメタル熱量ハ 七十五かるリナルベシ故ニ熱量ハ



$$H = \frac{G}{1000} \times T$$

ナル式ヲ以テ算シ得ベシ 式中 H ハ熱量 G ハ其物體ノ  
ぐらむノ數 T ハ攝氏ニテ計リタル溫度ノ差ナリトス

**比熱** 同質量ヲ有スル物體ヲトリ其之ヲ同時間熱  
ヲ加ヘ其溫度ヲ比較シテ之ヲ比熱ト云フ

通常水ノ比熱ヲ單位トシ之ニ對シテ 他體ノ比熱ヲ定ム  
例ハ水一度溫度昇ル間ニハ水銀ハ三十度昇ルベシ 故ニ同溫  
度マテ昇ルニハ水ハ水銀ニ比シテ三十倍ノ熱ヲ要ス之ヲ比  
熱ト云フ

各種ノ物體ニツキ其比熱ハ次ノ如クナリト云フ

硝子	0.198	銀	0.057
鐵	0.114	水銀	0.033
銅	0.095	金	0.032
黃銅	0.094		

瓦斯體ノ比熱ハ

空氣	0.238	炭 酸	0.217
酸素	0.217	あむもにあ	0.510
水素	3.409	水 蒸 氣	0.480

**比熱ノ側定法** 測定セントスル物體ノ質量ヲ知  
ル并次ノ法ニヨリ比熱ヲ測定ス

**第一** 質量 P きろぐらむヲ有スル物體ノ溫度ヲ t トシ  
之ヲ氷中ニ入レテ此物體ガ溫度零度ニナルマデニ 解タル氷  
ノ重ヲ k トスレバ

$$\text{求ムル所ノ比熱} = \frac{80k}{Pt}$$

但シ式中 80 ハ定數トス コレハ氷ガ一度昇ルニハ一きろ  
ぐらむニ付 80 カろリノ熱ヲ要スルヲ以テナリ

但シコノ眞ノ價ハ 79.25 餘ナリト

**第二** 溫度 T 重量 P ナル物ヲ溫度 T' 重量 Q ナル  
水中ニ投ジテ其水ノ溫度ヲ測リ之ヲ t トスレバ下式ニヨリ  
其比熱ヲ得ベシ

$$\text{比熱} = \frac{Q(t-T')}{P(T-t)}$$

### 熱ノ作用

**膨脹** 物體ハ熱ヲ受クレバ其容積ヲ増大ス之ヲ膨脹  
ト云フ 蓋シ熱ヲ受クレバ其分子ノ運動益々劇シク分子互  
ニ相衝突シテ遂ニ其大ヲ増スニ至ルモノナリ 固體、液體ニ  
アリテハ時トシテ例外ノ場合アリ例ハ水ノ如シ 攝氏 0 度ヨリ  
四度ニ昇ルマデハ漸次容積ヲ縮少スルガ如シ 膨脹ニ二種ア  
リ容積ノ膨脹スルト單ニ長ノミニ於テ膨脹スルト之ナリ。  
前者ヲ容積ノ膨脹ト云ヒ後者ヲ長サノ膨脹ト云フ 固體ハ  
長及容積ニ於テ膨脹ス 即固體ハ各方面ニ向テ膨脹ス 流  
體ハ容積ヲ増加ス。

**膨脹率** 或物體原長或ハ原積一ニシテ其溫度攝氏  
一度毎ニ膨脹スル割合ヲ膨脹率ト云フ  
各種物體ノ膨脹率次ノ如シ

硝子	0.000009
白金	0.000009
鐵	0.000012
銅	0.000017



黄銅	0.000019
亞鉛	0.000029
鉛	0.000030
金	0.000014
銀	0.000019

膨脹ニ關スル算式

第一 長サノ膨脹

零度ニ於ケル棒ノ長  $l$  及其膨脹率ヲ  $d, t$  度ニ於ケル此棒ノ長ヲ  $L$  トスレバ

$$L = l(1 + dt) \dots \dots \dots (1)$$

或溫度  $l$  ニ於ケル長ヲ  $l, T$  度ニ於ケル長ヲ  $L$  トスレバ膨脹率  $d$  ハ大略次ノ如シ

$$d = \frac{L-l}{T-t}$$

第二 面積ノ膨脹

零度ニ於ケル一邊ノ長ヲ  $l$  トシ  $t$  度ニ於ケル一邊ノ長ヲ  $L$  膨脹率ヲ  $d$  トスレバ

$$L^2 = l^2(1 + dt)^2 = l^2(1 + 2dt + d^2t^2)$$

然ルニ微分學ノ教フル所ニヨリ  $d^2t^2$  ハ殆ド 0 ニ等シキヲ以テ

$$L^2 = l^2(1 + 2dt) \dots \dots \dots (2)$$

今モシ  $L^2 = A, l^2 = a$  トスレバ

$$A = a(1 + 2dt) \dots \dots \dots (2')$$

故ニ  $d = \frac{A-a}{2t}$

ヲ得ベシ 然ルニ (1)式ヨリ

$$d = \frac{L-l}{t}$$

故ニ面積ハ常ニ長ノ二倍ノ膨脹ヲナス

第三 容積ノ膨脹

0 度ニ於ケル一邊ノ長ヲ  $l$  トシ  $t$  度ニ於ケル一邊ノ長ヲ  $L$  トシ膨脹率ヲ  $d$  トスレバ

$$L^3 = l^3(1 + dt)^3$$

而シテ之ハ約下式ニ等シキモノトス

$$L^3 = l^3(1 + 3dt) \dots \dots \dots (3)$$

容積ヲソレソレ  $v, V$  ナ以テ表セバ

$$V = v(1 + 3dt) \dots \dots \dots (3')$$

故ニ容積ハ長ノ三倍丈膨脹ス

○ 液體ノ膨脹 液體ノ膨脹ヲ測定スルハ甚困難ナルヲナリ 何トナレバ液體ハ常ニ固體ノ器ニ入レテ測定セザルベカラズ 而シテ液體ガ膨脹スルト同時ニ其液體ヲ入レタル器モ又幾分ノ膨脹アルベク 爲ニ液ノ眞ノ膨脹ヲ測ルニハ容器ノ膨脹ヲモ計算セザルベカラズ カクノ如ク容器ノ膨脹ヲ計算セザル并ノ膨脹ヲ 液體ノ見カケノ膨脹ト云ヒ 容器ノ膨脹ヲモ計算シタルヲ眞膨脹ト云フ 先ヅ水銀ノ眞膨脹ヲ測定シ而シテ他ノモノニ及ボスヲ常トス

水銀ノ眞膨脹 溫度 0 度ナル水銀チ一ノ管ニ盛リ其高ヲ  $h$  トシ又溫度  $t$  度ナル水銀ヲ同器ニ盛ル并ハ其高ヲ  $H$  トス 水銀ノ眞膨脹ハ次ノ如シ

$$\text{水銀ノ眞膨脹} = \frac{Hh}{ht}$$

氣體ノ膨脹 氣體ノ膨脹ハ已ニ云フ如ク溫度攝氏一度毎ニ 0 度ノ容積ノ二百七十三分一ヲ増減ス之ヨリ壓力



變ゼザルニ於テハ下式ヲ得ベシ

式中  $V$  ナ  $0$  度ノ容積  $V'$  ナ溫度  $t$  度ノ容積トスレバ

$$V' = V \left(1 + \frac{t}{273}\right)$$

氣體ノ眞膨脹ハ次ノ如シ

$$d = \frac{V(1+rt) - v}{vt}$$

式中  $d$  ハ眞膨脹率  $v$  ハ  $0$  度ニ於ケル氣體ノ容積トシ  $V$  ハ  $t$  度ニ於ケル見掛ノ膨脹容積  $r$  ハ氣體ヲ入レタル容器ノ膨脹率

**檢温器** 凡テ物體ノ大ハ溫度ニ關スルモノナルヲ

已ニ云ヘリ 逆ニ物體ノ膨脹ヲ知リテ其溫度ヲ測リ得ベシ之ヲ檢温器ト云フ下ノ數種アリ

**第一 固體檢温器** 之ハ高溫度ヲ測ルニ用フ

已ニ膨脹率ノ知レタル固體ノ長ヲ比較シテ溫度ヲ知ルノ法ナリ

**第二 水銀寒暖計** 水銀或ハあるこゝるガ眞空ナル硝

子管中ニ於ケル膨脹ニヨリテ溫度ヲ測定ス

其度盛ノ法三種アリ

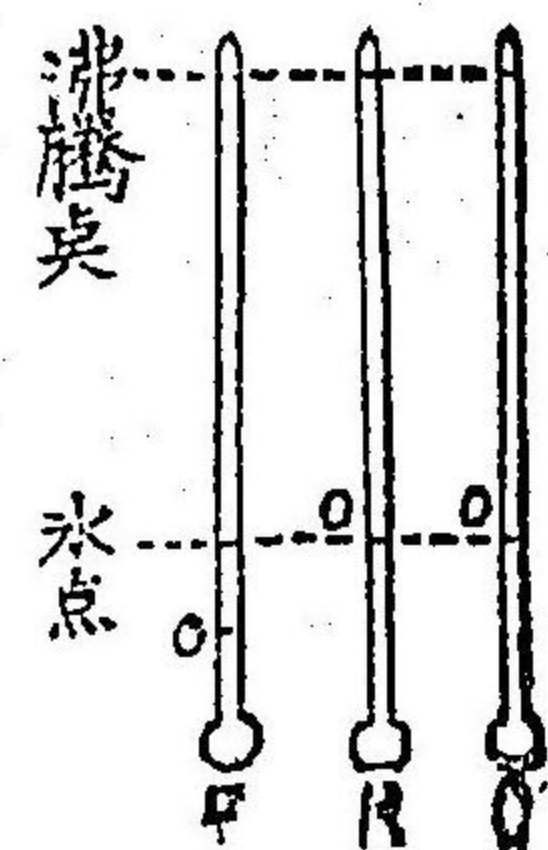
攝氏(C)華氏(F)列氏(R)ノ度目之ナリ

攝氏ハ氷ノ溫度ヲ  $0$  トシ水ノ沸騰ノ溫度ヲ百トス

華氏ハ氷ト鹽ヲ混シタルモノヲ  $0$  トシ氷ヲ三十二度トシ沸騰ヲ二百十二度トス

列氏ハ氷ヲ  $0$  度沸騰點ヲ八十度トス

三氏ノ度目換算スルコト次ノ如シ



$$C = \frac{5}{9} R = \frac{5}{9} (F - 32)$$

$$F = \frac{9}{5} R + 32 = \frac{9}{5} C + 32$$

$$R = \frac{4}{5} (F - 32) = \frac{4}{5} C$$

**第三 空氣寒暖計** 空氣ノ膨脹ヲ以テ計ル 攝氏一度毎ニ二百七十三分一ノ増減アルニヨリ明ナルベシ

**融解** 個體ニ熱ヲ加ヘ其溫度次第ニ上昇スレバ液體トナル此固體ハ融解シタリト云フ 各物體ニヨリ其融解スベキ溫度ニ差アリ 但シ同氣壓ニ於テ同物體ニツキテハ其融解ノ度同一ナリトス

各種物體ニ於ケル融解ノ溫度攝氏ニテ下ノ如シ

氷	$0^\circ$	鐵	$1000^\circ$
硫黃	$115^\circ$	白金	$2000^\circ$
鉛	$328^\circ$	イリヂユム	$2500^\circ$

凡テ液體ハ  $0$  度以下ニ於テ已ニ融解シタルモノトス

**融解熱** 個體ガ融解スルニ要スル熱量ヲ云フ其畧近値下ノ如シ

氷	80 かるり	鉛	6 かるり
鐵	30 "	水銀	3. "

**沸騰** 液體ニ熱ヲ加フレバ次第ニ其溫度上昇シテ遂ニ沸騰シテ氣體トナル 故ニ氣體ハ液體ノ沸騰シタルモノナリ

通常壓力ニ於ケル液ノ沸騰ハ

水	$100^\circ$	アルコール	$78^\circ$
水銀	$357^\circ$	エーテル	$35^\circ$

**蒸發熱** 沸騰點ニ於ケル液體ノ蒸發ニ要スル熱量



ノ下如シ

水	536	かるり	エーテル	90
アルコール	200	//	水銀	62

**蒸氣張力** 氣體ハ已ニ云ヘル如ク常ニ分子間ノ凝集力ヲ有セズシテ反テ互ニ排斥セントシ爲ニ其容積ヲ増加セントスルノ力ヲ有ス之ヲ氣體ノ張力ト云フ 各溫度ニ於ケル水蒸氣ノ張力下ノ如シ

溫度	張力	溫度	張力
-10°	2.1	40°	54.9
0°	4.6	50°	92.
10°	9.2	60°	149.
15°	12.7	70°	233.
20°	17.4	80°	355.
25°	23.5	90°	525.
30°	31.5	100°	760.

**濕度** 空氣ハ常ニ多少ノ水蒸氣ヲ含有ス之ノ多少ヲ濕度ト云フ 而シテ或濕度ニ於ケル空氣ガ少シモ水蒸氣ヲ含マザルトキハ其溫度ニ於テ 0 度トシ 又其溫度ニ於テ能フダケ多クノ水蒸氣ヲ含ムルキ其溫度ニ於ケル飽和ト云フ 次ニ或ル量ノ溫度ヲ有スル空氣ヲ漸次冷却シテ其中ニ含ル水蒸氣ガ遂ニ冷却シテ水トナリ露ヲ生ズルニ至ラバ其時ノ溫度ヲ露點ト名ク

**濕度ノ測定** 或ル溫度ニ於ケル濕度  $F$  ハ下式ニヨリ求ムルヲ得ベシ  
甲乙二個ノ寒暖計ヲトリ其一ハ常ニ濕布ヲ以テ 下部ノ水銀

球ヲ包シ於クモノトス コノ寒暖ノ示ス溫度ヲ  $t$  トシ 他溫度ヲ  $T, t$  度ニ於ケル水蒸氣ノ強力ヲ  $f$  トシ其時ノ大氣ノ壓力ヲ  $P$  トスレバ

$$F = f - (T - t) \times P$$

**熱ト仕事** 熱ヲ變ジテ仕事ヲナサシメ或ハ仕事ヲ變ジテ熱ヲ作ルヲ得ベシ. 蓋シ仕事ヲナスニ用スル熱能ノ一ハ變ジテ熱トナリ熱能ノ一ハ變ジテ仕事ヲナスモノナリ其量ハ實驗ニヨレバ下ノ如クナリト云フ

$$1 \text{ かるり} = 426 \text{ ぎろぐらめ-どる.}$$



# 音響學

＊

## 音及其傳達

**音ノ發生** 凡テ二物體互ニ相摩擦スルカ或ハ相衝突スルトニ音ヲ生ズ 故ニ凡テ音ハ物ノ振動ニ基因スルト云フヲ得ベシ。已ニ發音シタルモノガ吾人ノ耳ニ達スルハ如何ニシテ起ルベキカ

**音ノ傳達ニハ媒介物ヲ要ス** 今一ノ自鳴鐘ヲトリ之ヲ排氣器内ニ入レテ順次其空氣ヲ抽出スレバ遂ニ音ハ聞ヘザルニ至ルベシ。遠所ノ人ノ足音ハ耳ヲ地ニツケテ聞取ルヲ得ベシ。之ニヨリ考フレバ音ノ吾人ノ耳ニ達スルニハ必ズ媒介物ヲ要ス

**音ノ傳達法** 已ニ空氣トカ或ハ其他ノ媒介物アリトシ如何ニシテ吾人ノ耳ニ達スルカト云フニ丁度池ノ中ニ小石ヲ投ゲ入レバ水波ノ輪ヲ生ジテ遠ク四方ノ岸ニ達スベシ 音ハ丁度カクノ如クシテ 空氣或ハ其他ノ物體ヲ傳ヘ來ルモノナリ

**音ノ速度** 空中ニ於テ一ノ發音體アリ之ヲ傳リテ吾人ノ耳ニ達スルマデニハ必ズ多少ノ時間ヲ要ス 實驗ニヨレバ音ノ速度ハ

溫度零度ノ時 一秒時間ニ 332 ムーとる

溫度一度ヲ増減スル毎ニ 0.6 ムーとる ヅ、増

減スベシ (但シ溫度攝氏)

故ニ溫度  $t^\circ$  ニ於ケル一秒時間ノ速度  $V$  ハ

$$V = 332 + 0.6t \quad \text{ムーとる。}$$

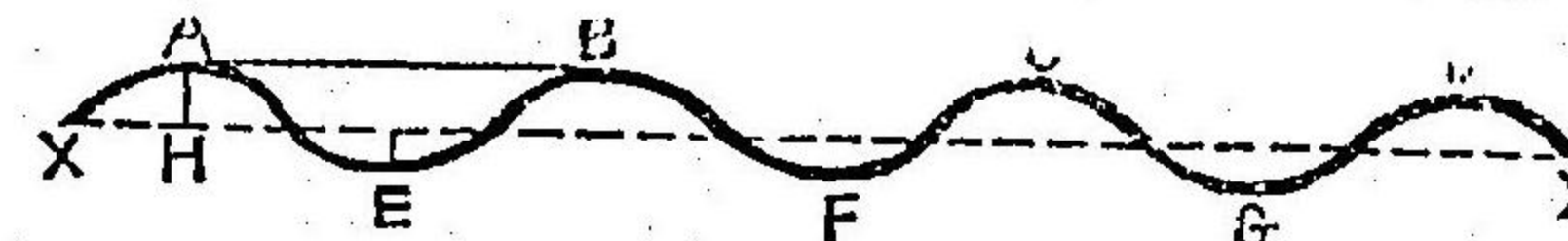
今モシ遠方ニ於ケル大砲ノ發射ヲ見テヨリ  $s$  秒時ノ後其音ヲ聞キタリトシ其時ノ空氣ノ溫度ヲ  $t^\circ$  トスレバコノヨリ大砲マデモ距離  $D$  ハ

$$D = (332 + 0.6t)s$$

ヲ得ベシ。水中ニ於テハ空中ニ於ケルヨリモ約四倍ノ速度ヲ有スト云フ

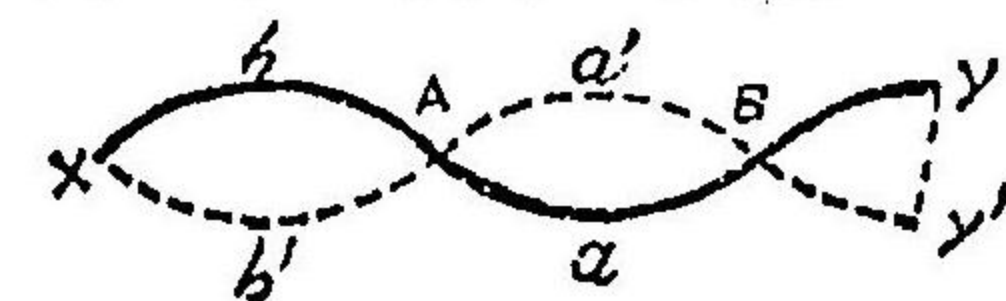
**波動說** 音ノ傳達ハ空氣ノ波動ニヨルモノトスル說近時殆ト定論トス 蓋シ池中ニ投入シタル石ニヨリ起リタル波ノ四圍ニ傳達スルト同様ナルベシト云フニアリ 而シテ此波動說ヲ以テ音及光ニ關スル凡テノヲ充分ニ説明シ得ベシ。波ニハ次ノ二種類アリ 横波 及 縦波之ナリ

**横波** 水面ニ起ル波ノ如キハ此種類ニ屬ス 横波ヲ見ント欲セバ長キ繩ノ兩端ヲ持シ 其所ヲ打チテ振動セシムレバ其振動全部ニ傳リテ遂ニ波動トナル下圖ノ如シ



$XY$  ナル一條ノ繩ヲトリ圖ノ如キ波動ヲ生ゼシメタリトシ  $A, B, C, D$  ノ如キ部分ヲ波ノ峰ト云ヒ  $E, F, G$  ノ如キ部分ヲ谷或ハ底ト云フ 峰ヨリ峰或ハ谷ヨリ谷ニ至ル  $AB$  或ハ  $EF$  ノ如キ離リヲ波ノ長サト云ヒ  $AH$  或ハ  $EK$  ノ如キヲ波ノ幅ト云フ 波ガ一ツノ峰ト一ツノ谷ヲ生ジタル時一振動ト云ヒ 一秒時間ニ振動スル數ヲ波ノ振動數ト云フ

下圖ニ於テ  $X$  ナル一端ヲ固定シ  $Y$  チ上下ニ運動スレバ圖ノ如キ波ヲ生ズ  $y$  ガ  $y'$  ニ來ル時間ヲ一振動時間





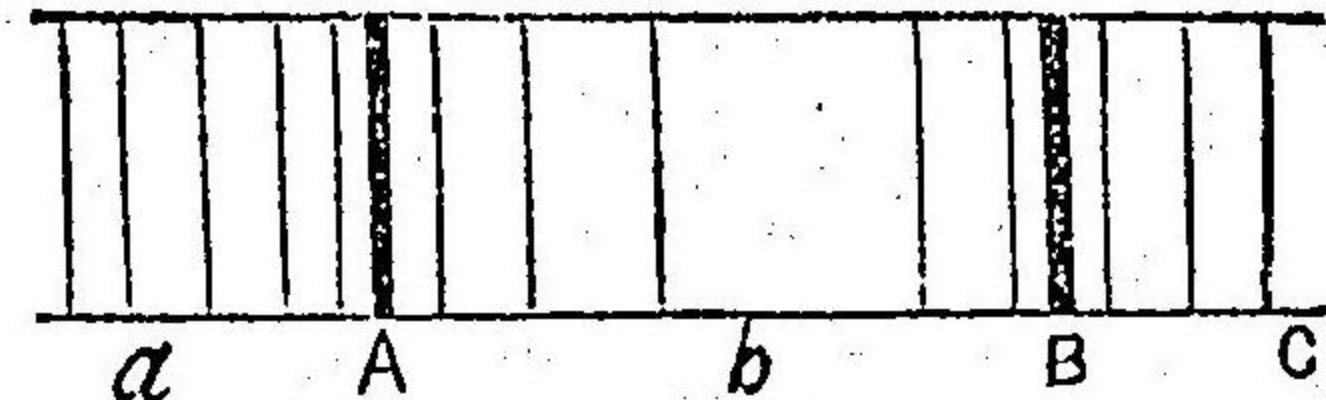
トシ 其一秒時間中ニ於ケル回數ヲ波ノ振動數ト云フヲ得  
 ベシ。而シテ上圖ニ見ル如ク AB 等ノ全ク動カザル點ヲ  
 生ズル時此點ヲノドト云ヒ  $a, b$  ノ如ク運動最モ多キ部  
 分ヲ波ノ復ト云フ

**縦波** 縦波ハ彈力アル瓦斯體ニ濃淡ヲ生ジテ起ル  
 例ハ一官中ニ於ケル空氣ニ付テ云ヘバ下ノ如ク



圖中線ノ遠近ヲ以テ  
 空氣ノ有礙ヲ表ス

AB ノ如ク線ノ最モ  
 接近セル部分ハ空氣ノ濃キ所ニシテ  $a, b, c$  ノ如キ部分ハ空  
 氣ノ稀薄ナル所ナリトス。カクノ加ク空氣ニ濃淡ヲ生ジタ  
 ルヲ空氣波或ハ縦波ト云フ。A, B 等空氣ノ最モ濃キ部分ヲ  
 峯トシ  $a, b, c$  ノ部分ヲ谷トシテ A ヨリ B マデ或ハ  $a$  ヨ  
 リ  $b$  マデヲ波長ト云フ凡テ横波ト同様ナリ



**音波** 音が發スルニハ必ズ物體振動スベシ此振動

が空氣ニ傳リテコヽニ空氣ノ縦波ヲ生ズ之ヲ音波ト云フ  
 發音點ヨリ空氣ハ次第ニ波動ヲ生ジ四圍ニ擴散シテ遂ニ遠  
 方ニマデ達ス故ニ音ノ傳達ハ空氣ノ波ナリ。音ノ傳達ノ速度  
 波ノ振動數等ニ關シテ次ノ如キ數式ヲ得ベシ。發音體ノ振  
 動ハ直ニ空氣ニ傳リ空氣ハ丁度發音體ノ振動數ノ同數ノ振  
 動ヲナスベシ。即空氣波ノ振動數ハ發音體ノ振動數ニ等シ

**音波ニ關スル數式** 發音體ノ一秒時間ノ振動  
 數ヲ  $n$  (從テ空氣波即音波ノ振動數ハ  $n$  ナル) 明ナルベシ)

音ノ速度ヲ  $v$  トシ波長ヲ  $l$  トスレバ

$$v = nl$$

ヲ得ベシ故ニ一秒時間ノ振動數ヲ知レバ波長ヲ知ルベク波  
 長ヲ知レバ振動數ヲ計算シ得ベシ

**彈力アル物質中ノ速度**  $v$  ハ下式ニヨリテ算スルヲ得ベ  
 シ式中  $E$  ハ各物體例ハ空氣、金屬等ニシテ彈力アル物質ノ  
 固有スル彈性率トシ  $d$  ハ其密度トス

$$v = \sqrt{\frac{E}{d}}$$

**發音體ノ振動數** 笛ヲ吹き鈴ヲ鳴ス等凡テ發音  
 セント欲ハ必ズ物體ヲ振動セシメザルベカラズ例ハ笛ヲ吹  
 クニハ空氣ノ振動ヲ直接ニ起シテ音ヲ發ス故ニ笛ハ空氣ノ  
 振動スル音ナルベシ鈴ヲ打テハ鈴ハ爲ニ振動ス鈴ノ音ハ其  
 振動ノ音ナリ。笛ヲ吹き或ハ鈴ヲ打ツ力ノ強弱ニヨリ其振動  
 數ニ差アリ一發音體ニシテ種々ノ音ヲ發スルハ全ク此振動  
 數ノ如何ニヨル

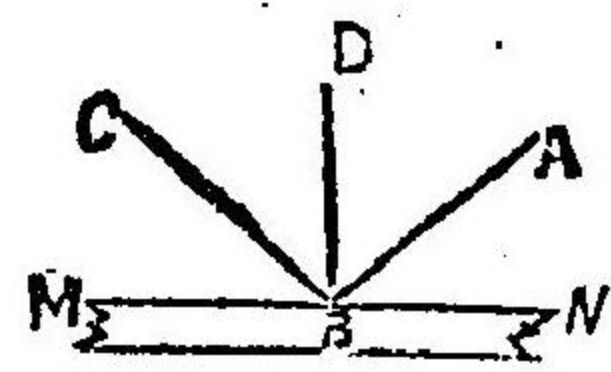
學說ニヨレバ吾人ノ耳ニ聞キ得ベキ音ノ振動數ハ一秒  
 時間十五以上二萬五千回以下ナルベシト

**さいれん** 發音體ノ振動數ヲ計算スル器械ヲさい  
 れんと云フ。遲速自在ニ回轉シ得ベキ齒車ナリ。今或ル  
 圓體ノ振動ニヨリテ起ル音ノ振動數ヲ計算センニハ此車ヲ  
 回轉シ一厚紙ヲ取り其齒ニ當テ、發音セシメ或ル發音體ト  
 同音ヲ發スルニ至リ一秒時間ノ車ノ回轉數ヲ測定シテ之ヲ  
 $m$  トシ其齒車ノ齒ノ數ヲ  $n$  トスレバ厚紙片ノ振動ハ一秒時  
 間  $mn$  回ナルベシ。即發音體ノ振動數ハ  $mn$  ナルヲ知ル

**音ノ反射** 音波ガ進ミテ物體ニ衝レバ忽チ反射ス



ベシ例バ左圖 A ヨリ彈力アル球ヲトリ MN 面中ノ B 點ニ打當ツレバ球ハ C ノ方ニ飛ビ去ルベシ 音モ丁度之ト等シク A ヨリ B ニ向テ發音スレバ C ニ反射ス BC ハ MN ニ垂直ナリ。



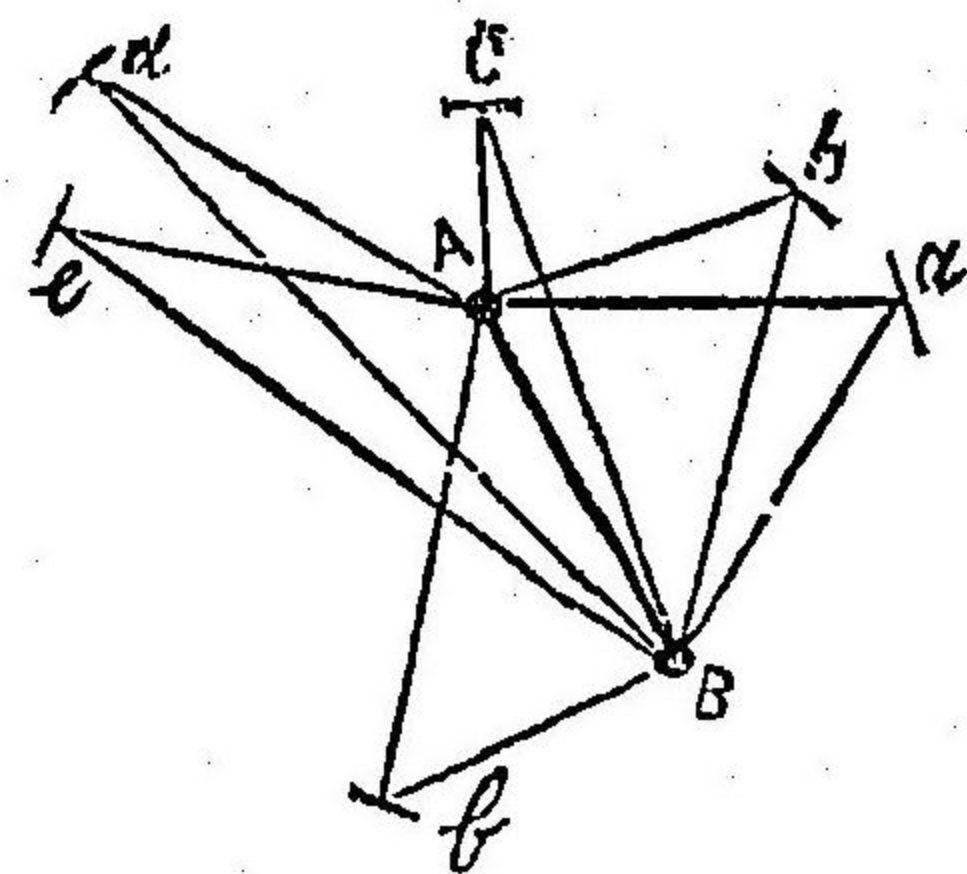
AB チ 入射線 角 ABD チ 入射角  
BC チ 反射線 角 CBD チ 反射角

ト云ヒ而シテ常ニ  $\angle ABN = \angle MBC$  ナル關係アリ

第一 山彦 山、大ナル建物等ノ前ニ立チテ發音スレバ少時シテ再ビ自ラ發セシ聲ヲ聞ク之ヲ山彦ト云フ 山彦ハ音ノ反射ニ他ナラズ 即吾人ノ發セシ音ハ山、建物ニ衝突シテ忽チ反射シ再ビ吾人ノ耳ニ聞ユルモノナリ。

第二 雷音 元來雷ハ電光發スルノ際只一聲發音スルモノナルニ吾人ノ耳ニハ數多ノ音ノ如ク聞ユ。大砲ノ如キモ亦然リ。其理亦反射ニ他ナ

ラズ 例バ A ニ於テ雷音起リ或ハ大砲ヲ發射セリトス a, b, c, d ……等ハ山或ハ大ナル建物等ナリトスレバ A ヨリ發セシ音ハ abcdef 等ニ反射シテ B ナル吾人ノ耳ニ達スベ



シ而シテ abcdef ……等何レモ A 及 B ヨリ遠近ノ差アルニヨリ B ニ聞ユルマデニハ各時間ノ差アリ カクテ一ノ音ヲ數多ニ聞クコトナル

通常山、建物等ガ吾人ヨリ約十七八め一とる以上ナル時ハ其反射音ヲ聞キ得ベシ

音 樂

音ノ高低及強弱 音ノ高低ト強弱ハ異ナル音義ヲ有ス 同一ノ音ニテモ之ヲ遠方ヨリ聞キ得ルハ音ハ高シト云ヒ大ナル聲ニテモ通俗通ラヌ聲ト云フガ如キハ弱キ音ト云フ

小兒及婦女子ノ聲ハ弱クシテ高ク 男子ノ聲ハ強クシテ低シ 其高低強弱ナル意義下ノ如シ

音ノ高低 一秒時間ノ振動數ニ比例ス

音ノ強弱 其振動ノ幅ニ關ス

調音 二ツノ音ヲ同時ニ聞キテ愉快ニ感ズルハ其二ツノ音ハ調和音ナリト云フモシ同時ニ聞キテ不愉快ナルハ其音ハ不調和ナリト云フ 凡テ其音ノ振動數ノ比ガ或ハ簡單ナル比ヲ有スルハ調和音トナルベシ例バ其比ガ

$$\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{2}{3} \dots\dots$$

等ノ如シ

音階 下ノ如キ振動數ノ比ヲ有スル七個ノ音ヲ以テ一組トシ之ヲ音階ト云フ

C	D	E	F	G	A	H	C'
第一音	第二音	第三音	第四音	第五音	第六音	第七音	第八音
1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	2

分母ヲ去レバ順次次ノ如シ

C	D	E	F	G	A	H	C'
24	27	30	32	36	40	45	48



C, D, E, F, G, A, H ハ順次第一第二音等ニ對スル學術上ノ符號ナリ 上ノ符號ヲ手風琴ノ音譜ニ當ハムレバ

C	D	E	F	G	A	H	C'	D'	E'
1	2	3	4	5	6	7	1̇	2̇	3̇

ノ如シ

以上七個ヲ以テ原音トシコレヨリ 一音階高キ音ニ於テハ其振動數順次ニ倍ス 次ノ如シ

1̇	2̇	3̇	4̇	5̇	6̇	7̇
48	54	60	64	72	80	90

右ノ如クシテ次第ニ隨意ノ音ヲ作り得ベシ。

日本及支那ニ於テハ十二個ノ原音ヲ以テ一組トナス

### 樂 器

樂器ノ種類 琴三絃ばいをりんノ如ク絃ヲ引キ張リテ成レルモノ 笛・風琴等ノ如ク空氣ノ振動ニヨリテ音ヲ發スルモノ 太鼓手風琴等ノ如ク膜或ハ板ノ振動ニヨルモノノ三類ニ分ツヲ得ベシ。

絃ノ振動 絃ノ兩端ヲ引キ張リ之ヲ振動セシムレバ音ヲ發ス 其規則下ノ如シ

規則 絃ノ振動數ハ

- 第一 長サニ反比例シ
- 第二 太サニ反比例シ
- 第三 絃ヲ引キ張ル力ノ平方根ニ比例ス

一秒時間ノ振動數ヲ  $n$  トシ  $l$  ナ以テ絃ノ長サトシ  $d$  テ以テ絃ノ太サトシ  $F$  ナ以テ絃ヲ引キ張ル力トスレバ

$$n = \frac{\alpha}{ld} \sqrt{F}$$

式中  $\alpha$  ハ其絃ヲ構成スル物質ニ對スル係數ニシテ物ニヨリテ差アリ。

上ノ定則ニヨリ同一ノ物質ニテ作レル絃ノ長及太サヲ變ズルニヨリテ種々ナル樂音ヲ發シ得ベキヲ明ナリ 例バ規則第一ニヨリ振動數ヲ  $n$  絃ノ長ヲ  $l$  トスレバ

$$n = \frac{1}{l} \quad \text{及} \quad l = \frac{1}{n}$$

今モシーノ絃ヲ引キ張リ其全長ヲ以テ第一音  $C$  トスレバ順次ニ次ノ式ヲ以テ絃ノ長ヲ得ベシ

第一音 C	ヲ發スベキ絃ノ長サ	$= \frac{1}{C} = 1,$
第二音 D	.....//	$= \frac{1}{D} = \frac{8}{9},$
第三音 E	.....//	$= \frac{1}{E} = \frac{4}{5},$
第四音 F	.....//	$= \frac{1}{F} = \frac{3}{4},$
第五音 G	.....//	$= \frac{1}{G} = \frac{2}{3},$
第六音 A	.....//	$= \frac{1}{A} = \frac{3}{5},$
第七音 H	.....//	$= \frac{1}{H} = \frac{8}{15},$
第八音 C'	.....//	$= \frac{1}{C'} = \frac{1}{2},$

上ノ如ク長絃ノ長サニヨリ任意ノ音ヲ發スルヲ得ベシ 太サ引張力等ニ關シテモ同様に算シ得ベシ。



絃ヲ有スル樂器 コノ數ニ屬スルモノ數種アリ  
今琴ニツキテ其一般ヲ示サン

琴ハ同長ニシテ同ツ太サノ絃十三本ヲ同引張力ヲ以テ  
張リタルモノナリ其絃ノ名稱向フヨリ自己ノ方へ 順次一二  
三四五六七八九十斗爲布ト數フ 琴柱ヲ種々ノ位置ニ立ツ  
ルニヨリ任意ノ音ヲ得ベシ 例ハ平調子ハ

一 二 三 四 五 六 七 八 九 十 斗 爲 布  
E A H C E F A H C E F A H

ナルニヨリ之ヨリ各絃ノ長ヲ算シ以テ琴柱ノ位置ヲ知ルベシ

板ノ振動 板、棒等ハ凡テ下ノ規則ニヨリテ振動  
スルモノトス

規則 板棒等ノ振動スル數ハ

第一 長サノ平方ニ反比例シ

第二 厚サニ比例ス

板ノ長サヲ L 厚サヲ T トスレバ振動數 n ハ

$$n = \frac{T}{L^2}$$

ヲ以テ算シ得ベシ

板ノ振動ニヨル樂器 其種類甚多シ例ハ其一  
種手風琴ハ下ノ如シ

同ツ厚サノ彈力アル薄板ヲトリ 其長ヲ順次下式ヨリ算  
スベシ 即第一規則ニヨリ

$$L = \sqrt{\frac{1}{n}}$$

今 n ヲ順次 C, D, E, F, G, A, H ノ値ニ置キ換フルモノト  
スモシ餘リニ長クシテ不便ナラバ厚サヲ増スベシ

第二規則ニヨリ同長ナル板ニ於テハ

$$n = mT$$

但シ m ハ任意ノ數ナリ、故ニ厚サニ倍スレバ振動數ハ二倍  
スベク三倍スレバ振動數ハ三倍ス

空氣ノ振動 笛風琴等凡テ空氣ノ振動ニヨリ樂  
器ハ次ノ規則ヨリナル

規則 管中ニ於ケル空氣ノ振動

第一 管ノ長サニ反比例シ

第二 管口ヨリ送ル空氣ノ量ニ正比例ス

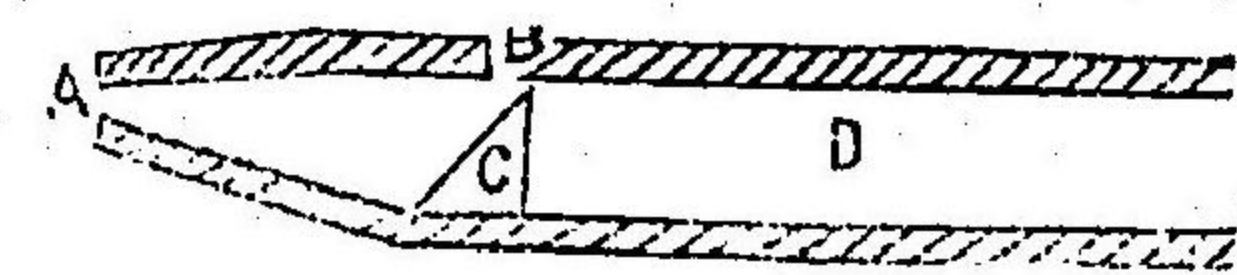
管ノ長ヲ L 空氣ノ量ヲ S トスレバ振動數 n ハ

$$n = \frac{S}{L}$$

但シ管端開キタル管ニアリテハ其一端閉タルモノニ對シ 同  
一ノ音ヲ發セシメニハ二倍ノ管長ヲ要スベシ。

笛 風琴、尺八等ハ何レモ空氣ノ振動ニヨル樂器ナ  
リ、凡テ笛ハ通常次ノ如キ構造ヲ有ス

管口 A ヲヨリ空氣ヲ送  
レバ C ノタメニ皆 B



ニ集リ一部ノ外部ニ出テ一部ハ D 部ニ入ラントシコトニ割  
動ヲ生シ遂ニ發音スルニ至ル

共鳴器 琴、三絃等ヲ初メトシ凡テ樂器ニハ胴ナル  
部分ヲ有ス之レヲ共鳴器ト云フ 蓋シ音ヲ強ムルノ用ヲナス  
其理次ノ如シ 例ハ三絃ニ於テ其任意ノ一ツノ絃ヲ振動スレ  
バ之ニ附屬スル共鳴器ノ膜及之ノ中ニアル 空氣ハ空氣ト共  
ニ振動ヲ起シ爲ニ其音強大トナル。一發音體ノ振動ニ供ナ  
イテ起ル振動ヲ共鳴ト云フ 同一強度ヲ以テ張ラレタル同

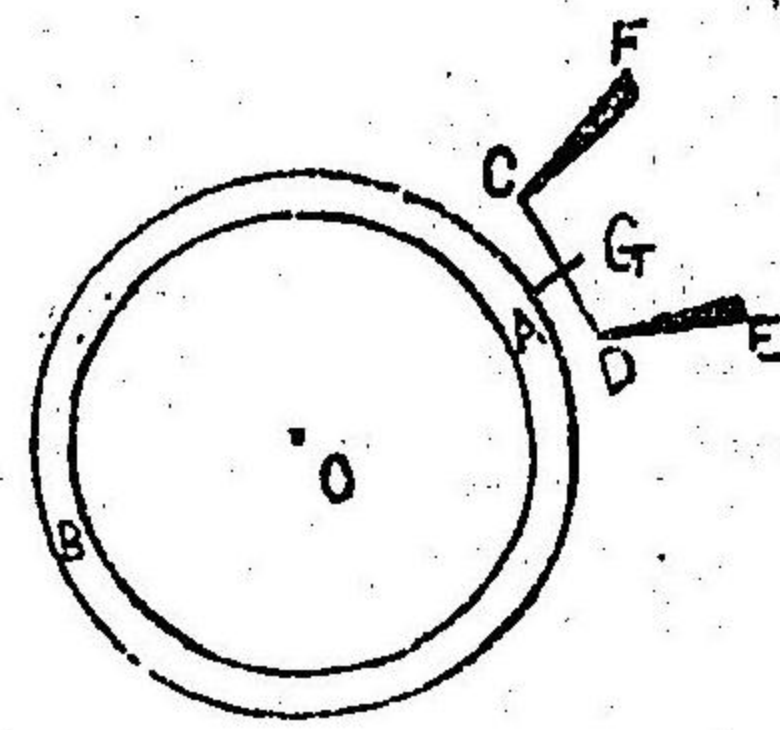


長同太ノ絃ノ如キハ常ニ他ニ共テ共鳴スルモノナリ。

**音色** 發音體ノ如何ニヨリ何レモ其發音體特有ノ音ヲ有ス之ヲ音色ト云フ 其原因蓋シ共鳴ニアリ

**蓄音機** 電話、蓄音機ハ何レモ同一ノ原理ヨリナル 例バ甲ナル音アリ其振ト強弱大小ヲ同一ナラシムルヲ得バ他物ヲ以テ之ト同一ノ音ヲ發セシムルヲ得ベシ。今吾人モシ彈力アル薄板ニ向テ發音スレバ 四圍ノ空氣ハタメニ振動シテ遂ニ薄板ニ及ボシ板ヲシテ振動ヲ起サシム 今モシ逆ニ此板ヲ振動セシムレバ板ハ發音スルニ至ルベシ。

右圖 A B ハ蠟ヲ以テ作りタル圓筒ニシテ O ナル中心軸ニヨリ均一ニ回轉スルモノトス C D E F ナル小管ノ下端ニハ極メテ薄キ硝子板或ハ金屬板 C D ヲ以テ底トス C D ノ中央ニ A G ナル針ヲ有シ其尖端ハ丁度蠟筒ノ A 面ニ觸レシム 今 A B ヲ回轉シツ



、 C D ニ向テ發音スレハ C D ハ爲ニ振動ヲ生ジ G A ナル針ハ蠟筒面ニ凸凹ヲ生ズ 而シテ其深サハ丁度發音ニヨリ C D 板ノナス振動ニ等シキモノトス

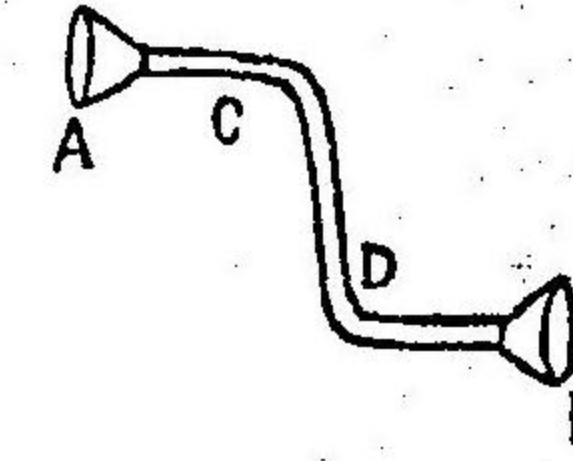
次ニ己ニ音聲ノタメニ凹凸ヲ有セル筒ヲ持チ來リテ 前ノ如ク裝置シテ之ヲ回轉スレバ G A ナル針ハ筒ノ凹凸ニ添フテ運動シタメニ C B 板ヲ振動セシム 而シテ其振動ノ具合ハ丁度前ニ C D ニ向テ發音シタルト同様ナルベシ カクテ音ハ再ビ C D 板ヨリ發スルニ至ル。

電話機ノ理方之ニ等シ 尙電氣ノ條ヲ見ルベシ

**送話管** 旅館、船舶等ニ備フル送話管ナルモノアリ

リ其理次ノ如シ

C D ナル任意ノ長ヲ有スル管ヲトリ長兩端大キク開キタリ今 A ニ向テ發音スレバ管内ノ空氣ハ振動ヲ起シ順次相傳ハリテ B ニ至ル 故ニ茲ニ耳ヲ接スレバヨク音ヲ聞クヲ得ベシ。



通常大氣中ニアリテハ一ノ音ハ四方八方ニ擴散スルヲ以テ餘リ遠方マデ達セズト雖モ上ノ如キ管ヲ用フルハ 四方ニ散スル音ヲ一方ニノミ向ハシムルヲ以テ割合ニ強キ音ヲ得遠所マデ送ルヲ得ベシ。



# 光 學



## 光 及 其 傳 達

**光ノ發生** 光ハ亦一種ノ運動ナリ。但シ熱ノ如キハ物體分子ノ運動ナリト雖モ光ハ即然ラズ最近ノ學說ニヨレバ宇宙間至ル所ニ至テ是ナルモノアリテ恰モ空氣ガ振動シテ音ヲ傳フルト同様ニ至テ是ナル振動シテ光トナリ又光ヲ發生ス

**發光體及暗體** 太陽恒星燭火等ノ如ク凡テ自ら光ヲ發スルモノヲ發光體ト云ヒ然ラザルモノヲ暗體ト云フ其他化學作用ニヨリ或ハ機械的作用ニヨリテ生ズル光ヲ變シテ光ヲ作り得ベシ例バ電氣ニヨリ光ヲ得ルガ如シ

**光波** 音波ニヨリ音ヲ傳達スルト同様ニシテ光ハ至テ是ニ波動ヲ起シ光ヲ傳達スコノ波動ヲ稱シテ光波ト云フ 音波ノ縦波ナルニ反シ光波ハ横波ナリト云フ

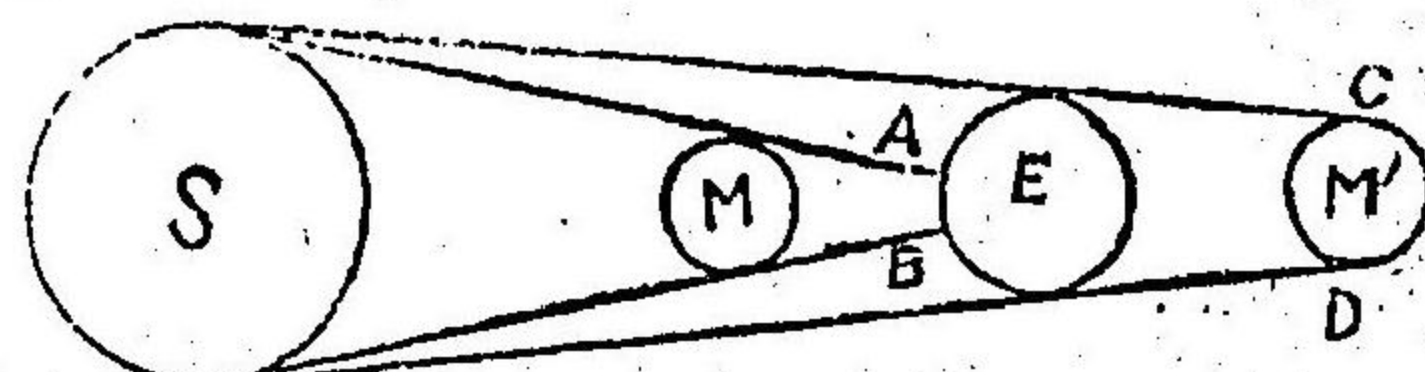
**透明體不透明體** 光ヲ自由ニ通過シ得ベキモノヲ透明體ト云フ例バ硝子、水、空氣ノ如シ。次ニ光ヲ全ク透過セザルモノヲ不透明體ト云フ例バ金屬ノ如シ 又稍ヤ光線ヲ通過シ得ベキモノヲ半透明體ト云フ 例バ紙、磨、硝子ノ如シ

**光ノ進路ハ直線ナリ** 光ハ常ニ一直線ニ進行セントス 但シ甲體ヨリ乙體ニ入ルニ際シテハ屈折スルヲアリト雖モ其同一體中ヲ通過スルニ當リテハ全ク直線ヲナス光ノ進行スル道ヲ光線ト云フ 數多ノ光線集合シタルハ

ハ之ヲ光束ト云フ

**陰影** 光ガ不透明體ノタメニ遮ラレテ光ノ達セザル場所ヲ陰ト云フ

**日蝕及月蝕** 下圖ニ於テ S ナ太陽トシ E ナ地球 M ナ月トス

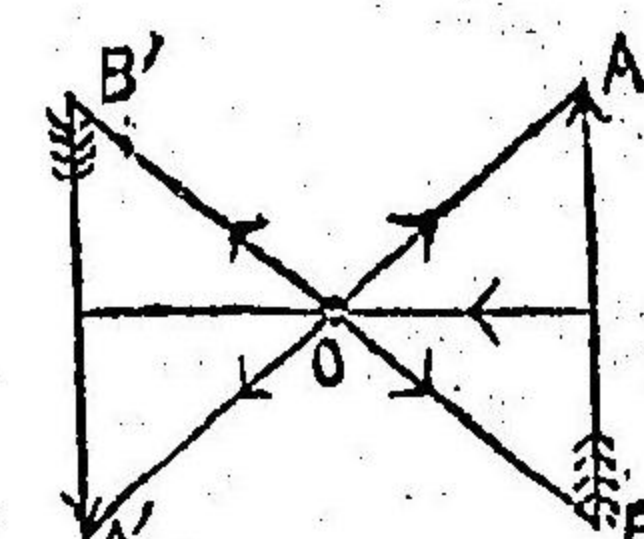


**第一 日蝕** Mナル月ガ太陽ト

地球トノ丁度中間 M ノ如キ點ニ來ルアレハ地球面ニ A B ナル月ノ陰影ヲ生ジ (月ハ發光體ニアラズ) タメニ A B ノ部分ハ暗黒トナルベシ。之ヲ日蝕ト云フ

**第二 月蝕** 月ガ M' ナル位置ニ來リ月面ハ C D ノ如ク全ク地球ノ影内ニ來ルキハ月ハ元來發光體ニアラザルヲ以テ地球ヨリハ之ヲ見ルヲ得ズコレ即月蝕ナリ。

**小孔ノ倒像** A B ナル物體アリ小孔 O ナ通シテ室内ノ壁等ニ寫映スルハ常ニ原位置ト全ク轉倒ス其理由ハ A ヨリ發スル光線ハ直進シテ O ナ過ギ A' ニ至リ B 又直進シテ O ナ過ギ B' ニ至ルニヨル



**光ノ速度** 音ガ傳達スルニ時間ヲ要スルガ如ク光ノ傳達スルニモ又時間ヲ要スルガ如ク音ノ速度ニ比シテ非常ニ大ナリ

光ノ速度一秒時間ニ 三十萬キルメーとる  
コレニヨリ太陽ノ光ガ我地球ニ達スルニハ 約八分二十秒ヲ要スベシト

又光ノ速度ハ通過スル物質ノ密度ニ關スルモノナリ



光ノ速度ヲ測定スル法數アリト雖モ 通例下ノ如キ法ヲ用フ

月ガ地球ノ周圍ヲ回轉スル如ク 木星ノ有スル衛星モ亦木星ノ周圍ヲ回轉ス之ヲ地球ヨリ望メバ 見ヘツカクレツスベシ 而シテ地球ガ最モ木星ニ接近シタル時ト最モ遠ザカリタル時トノ木星ノ衛星ノ見ユル遲速ノ時間ヲ計リ之ヲtトシ次ニ地球ガ最モ木星ニ近ツキタル時ト遠ザカリタル時ノ距離ノ差ヲdトスレバ d÷tハ光ノ速度ナルベシ

光ノ強弱 光ノ強弱ハ次ノ如シ

法則 光ノ強弱ハ距離ノ自乗ニ反比例ス

即一單位距離ニアル光ノ強ヲSトシ距離Dナル點ノ強度S'ハ下式ノ如シ

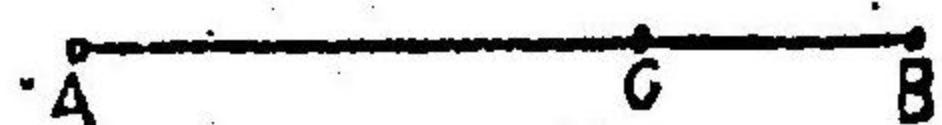
$$S' = \frac{S}{D^2}$$

因テ距離ニ倍スレバ光ノ強度ハ四分一トナリ 三倍スレバ九分一トナル

光度 光ノ強弱ノ度ヲ比較シテ之ヲ光度ト云フ 我國ニ於テハ英國ノ法ニヨリ直徑八分七いんちニシテ一時間ニ120ぐれ一んヲ消費スル鯨蠟ニテ作レル蠟燭ノ光ヲ單位トシ之ヲ一燭光ト云フ

光度ノ測定法下ノ如シ

第一法 Aニ標準トスベキ光ヲ置キ Bニ測定セントスル光ヲ置ク. Cニ中央ニ油ヲ塗リタル紙片ヲ立テ之ヲA B線ニ添テ進退シ油ノ塗りタル部分ヲ何レヨリモ見ヘ

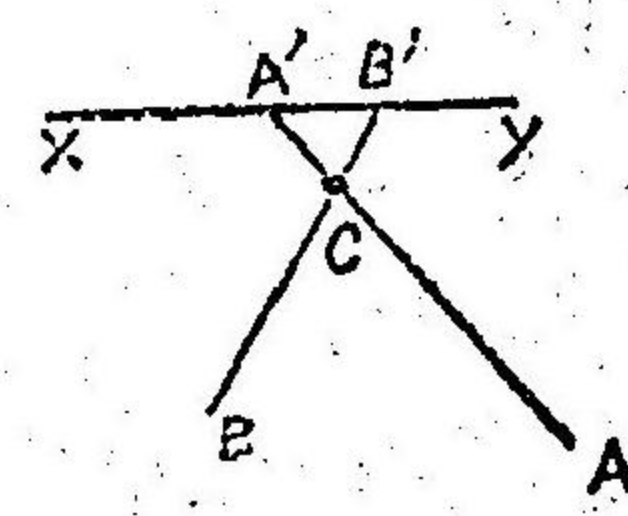


ガルニ至リ AC, BCノ長ヲ計ル之ヲS及S'トスレバ

Bノ光度ハ

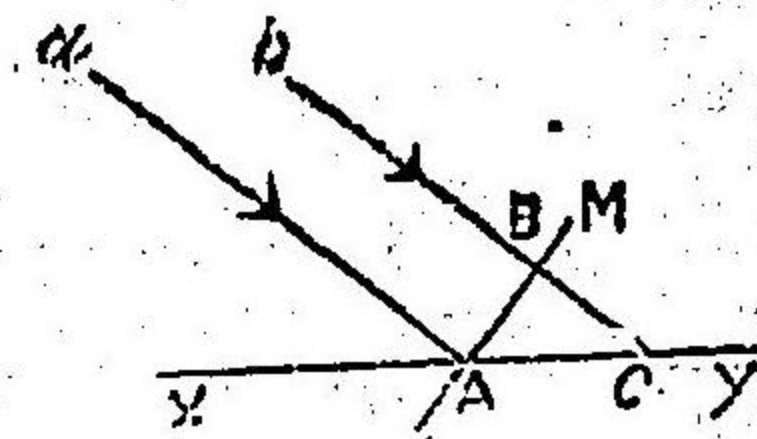
$$B = \text{受クル光度} = A \text{ノ光度} \times \frac{S'^2}{S^2}$$

第二 或ハ一ノ板XYヲ置キ其前Cナル棒ヲ立テ ABニ光ヲ置キ其影A'B'ガ濃淡ナキニ至リ AC, BCヲ測リ前ト同式ニヨリテBノ光度ヲ測定シ得ベシ.



斜面ニ受ル光 光線ノ方向ニ垂直ナル面ニ直タル光ヲ直射光ト云ヒ斜ナル面ニ受タル光ト之ニ比シテ其光度弱シ 其理次ノ如シ

abヨリ矢ノ方向ニ射來スル一束ノ光線アリトシ其方向ニ垂直ナルLMナル平面ニ之ヲ受ルル時ハ其受光ノ部分ハABナルベシ 次ニa



A或ハbBニ斜ナルXYナル面ニ受クル時ハ其受光ノ部分ハACナルベシ 故ニABニ受クル光線ヲ單位トスレバACニ受クル光線ハ其面積ニ反比例スベキヲ以テ

$$AC : AB = 1 : X$$

$$\therefore X = \frac{AB}{AC} = \cos BAC = \sin BCA$$

故ニ斜ナル面ニ受ル光ノ度ハ 垂直ナル面ニ受ル光度ニ垂直ナル面ト斜ナル面トノ夾ム角ノ餘弦 或ハ光線ト面トノ夾ム角ノ正弦ヲ乘シタルモノニ等シ



### 光ノ反射

**反射ノ定則** 一ツノ面ヲ照ス光線ハ常ニ此面ノ  
タメニ反射セラル 其規則ハ音ノ反射ニ等シ 即

定則一 入射線ト反射線ハ同シ平面中ニアリ

定則二 入射角ト反射角ハ等シ

前條ノ圖ニツキ理解スベシ。

**鏡** 極メテ平滑ナル面ヲ有シヨク光ヲ反射シ得ベキ  
モノ之ヲ鏡ト云フ 静止セル水銀ノ表面通常ノ硝子鏡等皆然  
リ 鏡ヲ大別シテ二種トス 平面鏡及ビ球面鏡之ナリ 球  
面鏡ハ更ニ之ヲ分チテ凹面鏡及凸面鏡ノ二トナス 凹面鏡  
ハ球ノ内面ニシテ凸面鏡ハ球ノ外面ナリ

**影像** 鏡ノ前方ニアル物體ハ凡テ鏡ニ映シテ其影  
ヲ寫ス之ヲ鏡ノ影像ト云フ 影像ニ二種アリ 例バ平面鏡ニ  
見ルガ如ク其影像恰モ鏡後ニアルガ如ク見ユルモノ之ヲ 虚  
像ト云ヒ凹面鏡ニ見ルガ如ク鏡ノ前方ニアルガ如ク見ユル之  
ヲ 眞像ト云フ

**平面鏡ノ影像** 二ツノ場合トシテ之ヲ論スベシ

第一 一點ノ影像

右圖 LM ナ平面鏡ノ反射面トス

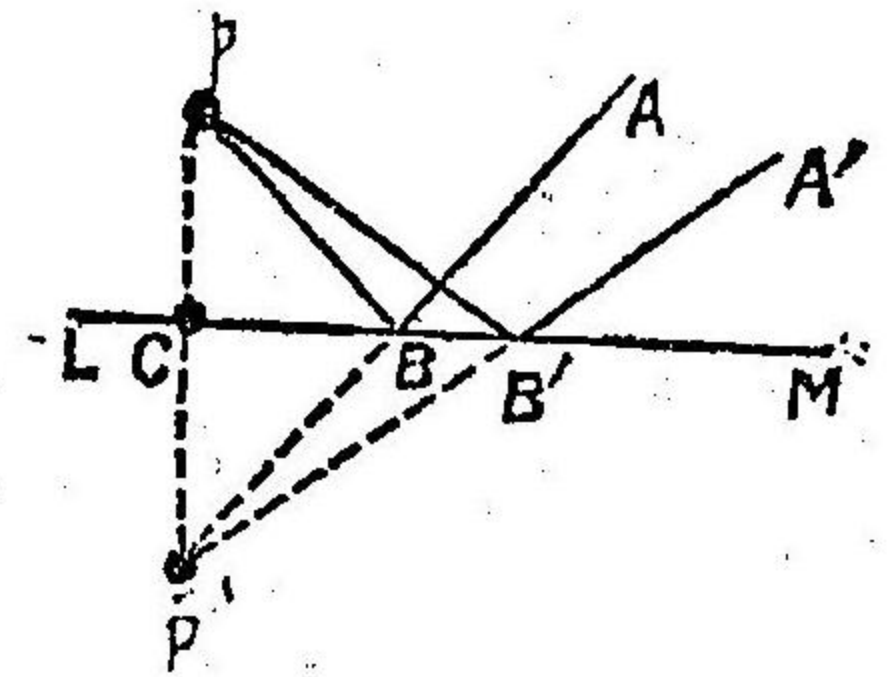
P 點ニ發光體アルトスレバ P B ノ

方向ニ射出シ BA ノ方向ニ反射

スベシ。P ヨリ LM 面ニ垂線 P

C ナ作り之ヲ引長シテ AB ノ延長線ト P' 點ニ於テ會ス

然ルニハ兩三角形 PCB 及 P'CB ニ於テ次ノ如キ關係アリ



入射角ハ反射角ニ等シキヲ以テ  $\angle PBL = \angle ABM$

P'BL ハ ABM ノ對頂角ナルヲ以テ  $\angle PBC = \angle P'BC$

PC ハ LM ニ垂直ナルヲ以テ  $\angle PCB = \angle P'CB$

ニシテ且 BC ハ共通ナリ 故ニ兩三角形ハ全等形ナルベク

因テ PC = P'C 故ニ P' ハ LM ニ關シテ P ノ對稱ノ點

ナリ

因テ PB' ノ如ク入射シ從テ B'A' ノ如ク反射シタリ

トセバ A'B' ノ延長ハ P' ニ會スベシ 故ニ A'A' ノ如キ

點ヨリ鏡面ヲ見レバ P' ハ丁度 P' ノ如キ點ニアルガ如キ感

ヲナス P' ハ P ノ虚像ナリ

**第二 物體ノ影像**

P'Q' ナ LM ナル平面鏡ノ反射

面ニ關シテ對稱ナリトス 然ルニ

ハ P 點ノ影像ハ PAa, PBb ノ

如ク反射シ Q 點ノ影像ハ QcC,

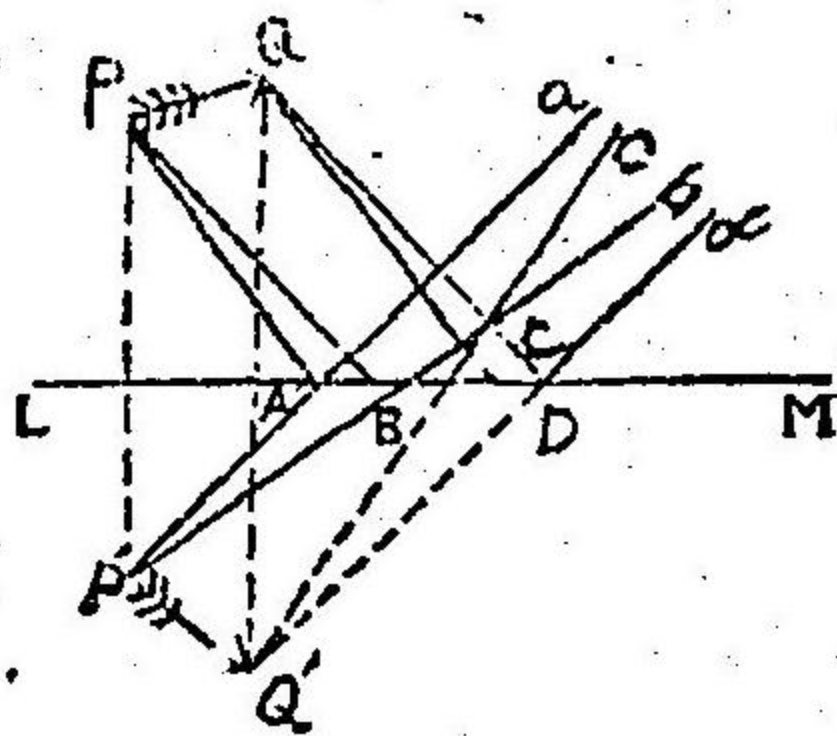
QDd ノ如ク反射スベシ而シテ P

Q ハ物體ノ兩端ナルヲ以テ ad ハ

反射光線ノ外側ト見ルヲ得ベク PQ ノ中間ノ點ハ凡テ a

b ト間ニ來リタメニ物體ノ全形ハ丁度 P'Q' ノ如キ位置ニ

アルガ如ク見ユベシ。



第一第二ノ場合ニ於テ影像ハ常ニ鏡面ニ關シテ 實物ト

對稱ヲナスヲ以テ 實物ト影像トハ共ニ鏡面ヨリ垂線距離

相等シ。且實物ト影像トハ其大り全ク相等シキヲ知ル

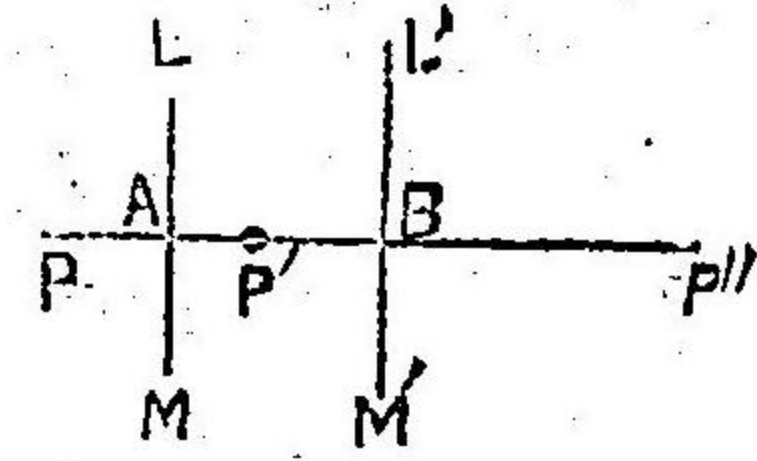
**鏡面ノ移動ト影像**

第一 LM ナ鏡面トスレバ P' ノ影像ハ P' ニシテ其

鏡面トノ距離相等シ。即 AP = AP' 次ニ鏡ハ L'M' ノ



位置ニ來レリトスレバ P ノ影像  
ハ P'' トナリ BP = BP'' ナル  
ベシ。但シ L'M' ハ LM ニ平行  
ナルモノトス然ルハ

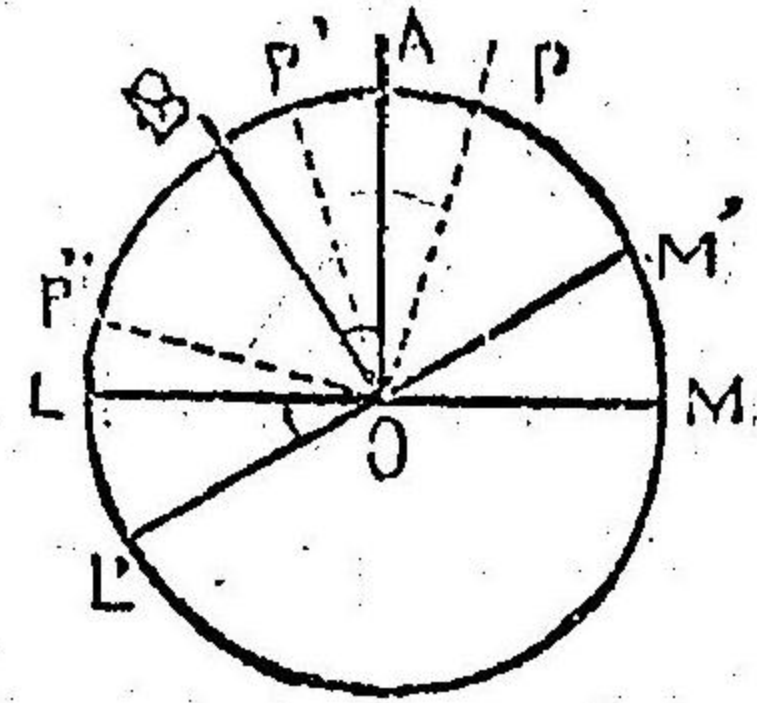


$$\begin{aligned} P'P'' &= PP'' - PP' \\ &= 2BP - 2AP \\ &= 2(BP - AP) \\ &= 2AB. \end{aligned}$$

故ニ影像ノ移動ハ鏡面ノ移動ニ二倍ス

第二 LM ナル鏡面ガ O チ中心トシテ回轉スルモノ

トス LM 鏡面ニ關シテ PO ハ入  
射線ニシテ P'O' ハ反射ナリトシ又  
L'M' ニ關シテ PO' ハ入射線ニシ  
テ P''O' ハ反射線ナリトス



別ニ AO チ LM ニ垂直ニ B  
O チ L'M' ニ垂直ナリトス 然ル  
ハ

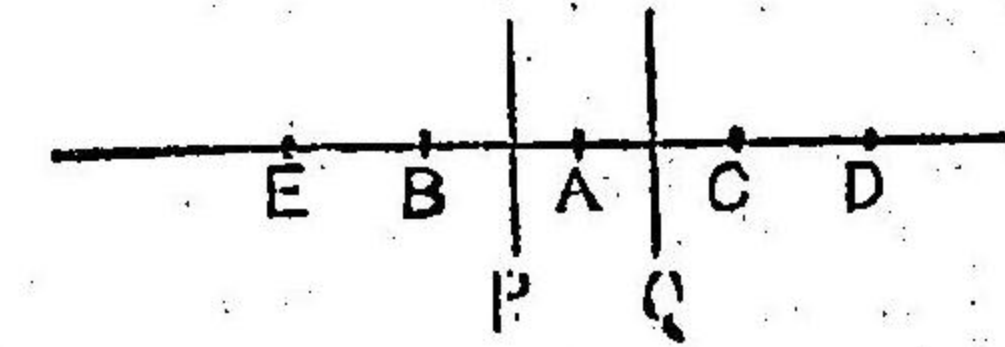
$$\begin{aligned} \angle LOL' &= \angle AOB \quad \text{ナルベク且} \\ \angle AOP &= \angle AOP' \quad \text{及} \quad \angle BOP = \angle BOP'' \quad \text{ニヨリ} \\ \angle P'OP'' &= \angle POP'' - \angle POP' \\ &= 2\angle BOP - 2\angle AOP \\ &= 2(\angle EOP - \angle AOP) \\ &= 2\angle AOB \\ &= 2\angle LOL' \end{aligned}$$

故ニ二ツノ反射角ノ夾ム角ハ鏡ノ回轉ノ角ニ二倍ス  
測角器六分儀類ハ此理ニヨリテ作ラル

二鏡面ニ映ズル影像 反射面ヲ相對シテ置キ  
タル二ツノ鏡面ニハ數多ノ影像ヲ生ス

第一 二鏡面平行ナル場合 P, Q ハ反射面平行セル二  
ツノ平行セル鏡面トス A 體

ノ影像ハ P, Q ニ映シテ各  
B, C ニ生ズ然ルニ P ハ C

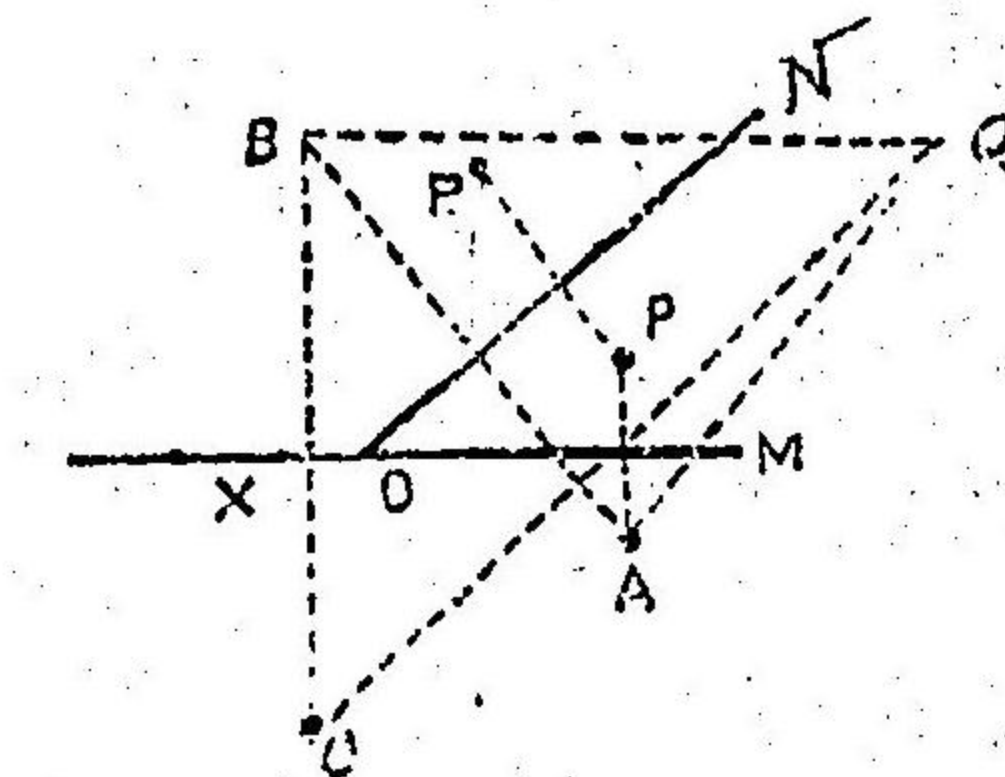


ノ影ヲ E = Q ハ B ノ影ヲ D = 映シ順次カクノ如ク相  
映ズルニ至リ最初一ツノ A ハ遂ニ兩鏡面ニヨリ無數ノ影  
像ヲ生ズルニ至ル

第二 二ツノ鏡面ガ角ヲナセル場合

MN ナル二ツノ鏡面相對シテ MON 角ヲナスモノトス。

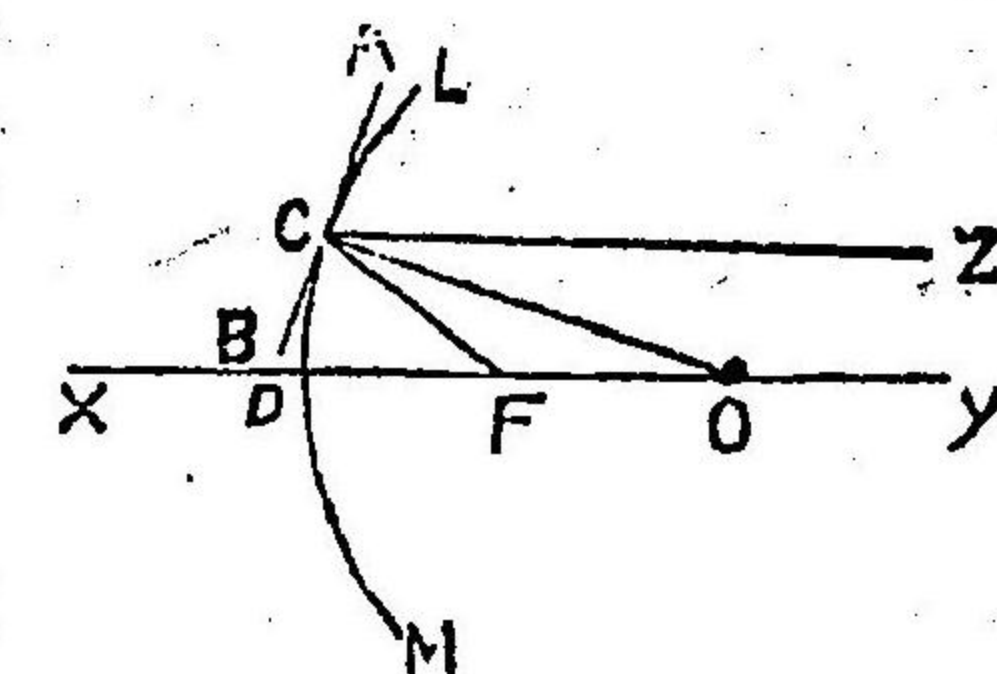
一點 F ノ影ハ A ニ生シ A  
ノ影ハ N 鏡ノタメニ B ニ  
生シ B ノ影ハ M 鏡ニヨリ  
C ニ生シ 順次カクノ如クナ  
ルベシ最初 D = 映シタル影  
又然リ故ニ Q ノ如キ位置ニ



アル且ハ數多ノ影像ヲ見得ベシ 但シ M O M 角六十度ナ  
レバ六個ノ影像ヲ生ズベシト

凹面鏡 LM ナ凹面

鏡トシ其球ノ中心ヲ O トシ L  
M ノ中點 D ナトリ O ト D チ  
連結シタル線 XY ナ軸ト云ヒ  
O ナ此ノ鏡ノ中心ト云フ軸 X

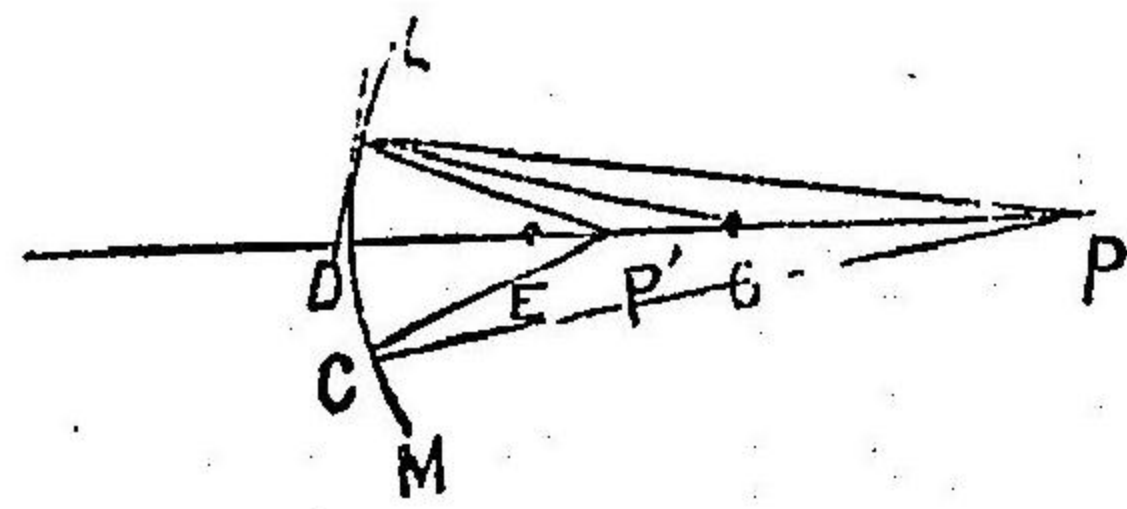


Y ニ平行ナル線 ZC ノ方向ナトリテ光線入射スルハ丁  
度 C 點ニ於テ接スル AB 平面ニ入射シタル如ク ZCA =



ZCB 或ハ ZCO = FCO ナル角ヲナシテ CF ナル方向ニ反射ス。軸 XY トノ交點 F ナ主要焦點ト云ヒ DF ナ焦點距離ト云フ

今モシーノ光點が軸上 P ノ如キ點ニアリトスレバ PC ナル光線ハ丁度 C ニ於テ接スル平



面鏡ニ反射シタル光ノ如ク  $\angle PCO = \angle P'CO$  ナリシテ P' 點ニ集合スカクノ如キ P, P' トハ共軛焦點ト云フ P, P' が共軛焦點ナラスルハ P' ニ於キタル光ハ P ニ集交スベシ

PCP' 三角形ニ於テ CO ハ其頂角ノ二等分線ナルヲ以テ P'P ハ O 點ニ於テ二邊 PC : P'C ノ比ニ分タルベシ  
即  $PC : CP' = PO : P'O$

然ルニ DP ニ關シ CD 非常ニ小ナルハ殆ド P'C = F D ナルニヨリ上式ハ次ノ如シ

$$\frac{PC}{DF} = \frac{PO}{FO}$$

ニシテ此式ハ殆ド

$$\frac{PD}{DF} = \frac{PO}{FO}$$

ナルニヨリ PD ナ d トシ FO ナ d' トシ OD ナ r トスレハ

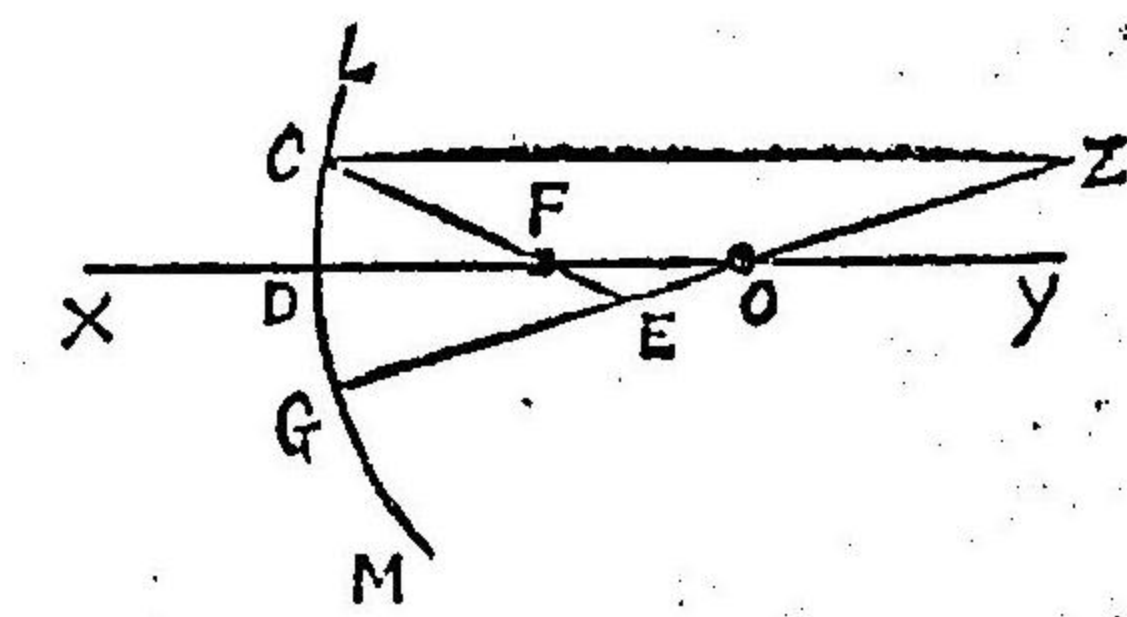
$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{2}{r}$$

而シテ PD が非常ニ大ナルハ即前圖ノ如ク光線 ZC が軸ニ平行ナル場合ニハ F ハ丁度 OD ノ中點ナルヲ以テ DF

即焦點距離ナ f トスレバ

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f}$$

今モシ右圖ノ如ク球ノ半徑 GO ナ作ルハコノ如キ線ヲ LM 鏡ノ副軸ト云フ副軸上ノ一點 Z ノ如キケ所ニ光點アリ

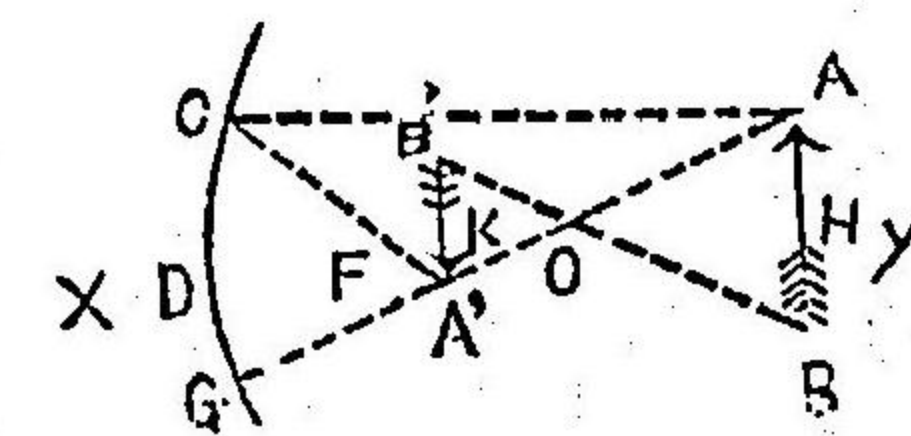


トスレバ其共軛焦點ハ E ニアルベシ E 點ハ Z ヨリ軸 XY ニ平行ニ射出シタル光線ノ反射線 CF ト OG ノ交點ナリ。副軸ニ對シ XY ナ主軸ト云フコレニヨリ主軸ハ只一ニシテ副軸ノ數ハ無限ナリ

凹面鏡ニ映ズル影像 次ノ如キ場合ニ區別シテ之ヲ記スベシ

第一 AB ナル物體が球ノ中心ヨリ外ニアル場合。

AB が鏡面ヨリ非常ニ遠カラザル場合次ノ如シ



AB 物體ノ A 點ヨリ出ズル光線ハ副軸 AG 中ノ一點 A' ニ集合シ同様ニ B 點ノ光線ハ B' 點ニ集合ス AB 中ノ任意ノ點ハ A' B' 中ニ集合ス (實際精密ニ云ヘバ AB ノ中點ノ如キ點ハ A' B' ノ中點ヨリ小シク F ニ近シ) 故ニ AB ノ影像ハ A' B' ニ生ズベシ 而シテ AB ト A' B' トハ丁度倒立スベキヲ圖ニツキテ明ナリ。

今モシ A' B' ノ位置ニ紙學硝子ヲ置カバ AB ノ影像ヲ寫スヲ得ベシコレニヨリテ OK, CH ノ長ヲ知レハ三角



形 AOH 及 A'OK ハ相似形ナルニヨリ

$$\frac{OH}{AH} = \frac{OK}{A'K}$$

故ニ  $A'K = AH \times \frac{OK}{OH}$

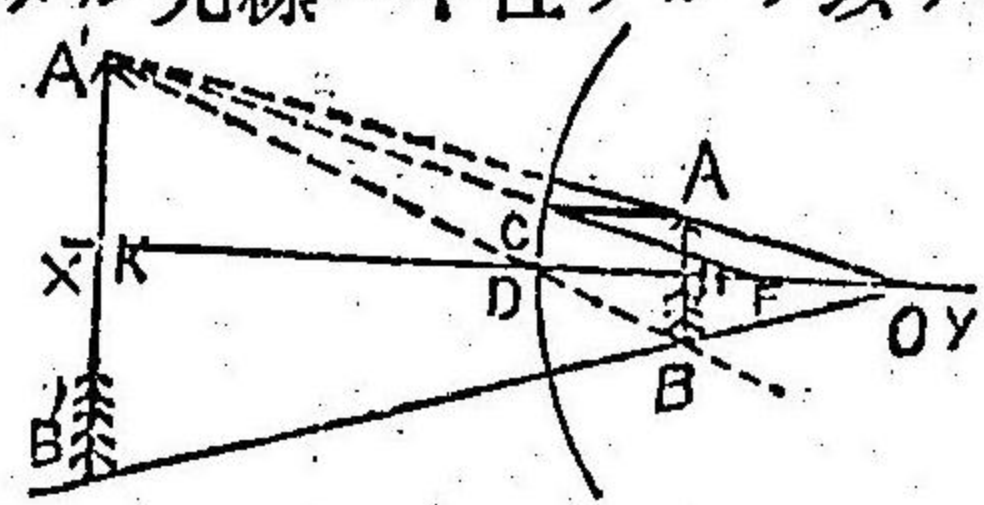
即チ  $A'B' = AB \times \frac{OK}{OH}$

コレニヨリ影像ノ大サヲ求ムルヲ得ベシ。

第二 AB モシ非常ニ遠方ニアレバ A'B' ハ丁度 F 點ヲ通過スベシ

第三 AB ナル物體ガ中心 O ヨリ内ニアル場合

A ヨリ副軸ノ方向ニ發射シタル光線ハ半徑ナルヲ以テ再ビ元ノ方向ニ反射スベク主軸ト平行ナルモノハ前條ニヨリ主要焦點 F ニ



反射スベシ カクノ如クナルヲ以テ其影像 A' ハ OA ト FC ノ交點ニ生ジテ虚像トナル 此場合 A'B' ハ AB ヨリ大ナリ

球面収差 一物體ノ影像ニ於テ其物體ノ各部分ハ正シク鏡面ヨリ等距離ニアラザルヲ以テ其集點ハ一定ナル能ハズ之ヲ球面収差ト云フモシ球ノ曲率ガ非常ニ小ナル并ハ球面収差ハ小ナリ

凸面鏡 球ノ中心ヲ通過スル XY ノ如キヲ主軸トシ OE ノ如キヲ副軸トス

主軸ニ平行ナル光線 ZC ハ丁度 C ニ於テ接スル平面鏡ニヨリ反射セラレタル如ク CQ ノ方向ヲトリテ反射ス

QC ナ引長シテ主軸

トノ交點トチ主焦點

ト云フ主焦點 F ハ O

D ノ中點ナリ主軸ニ

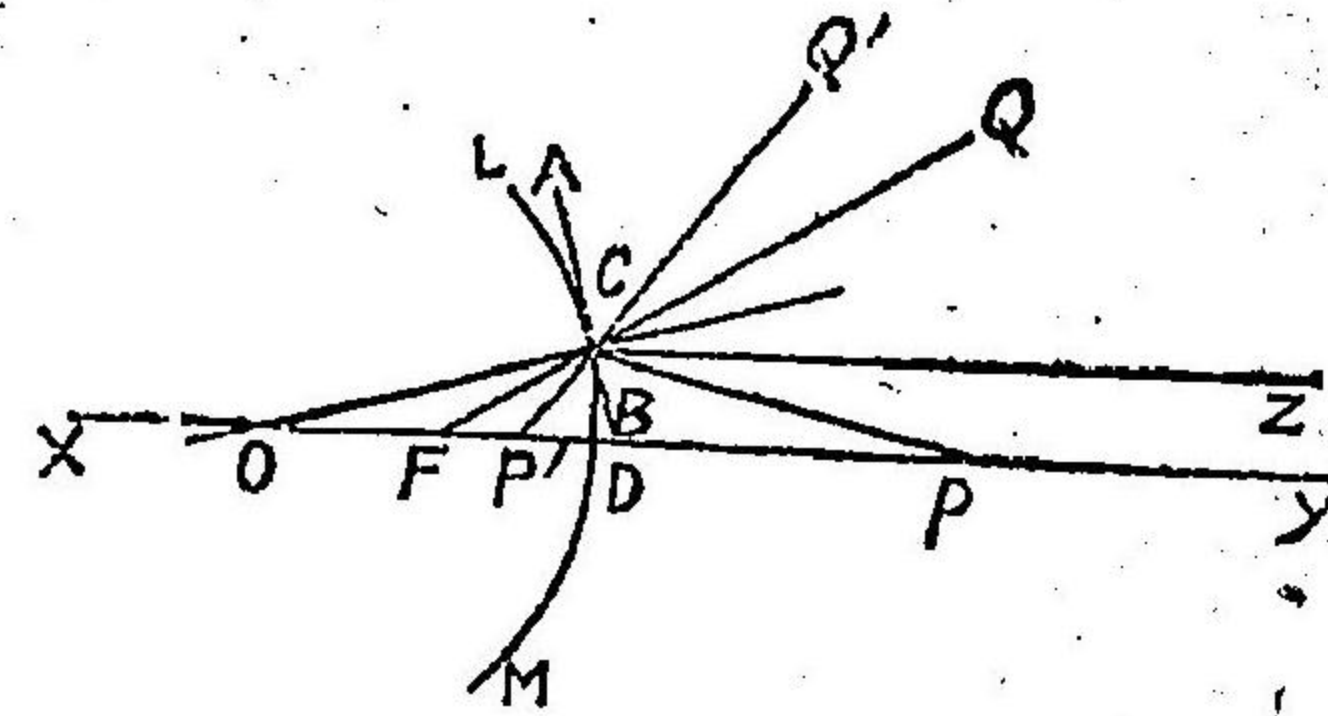
平行ナル光線ハ丁度

主焦點 F ヨリ發射

セルモノト同一ノ觀アリ主軸中ノ一點 P ヨリ發セル光線ハ

P' ノ如キ點ニ集交ス P, P' ナ共軛焦點ト云フ 凡テ凹面鏡

ニ同シ



凸面鏡ニ於ケル影像 凡テ凹面鏡ト同理ニテ

知ルヲ得ベシ體ノ影像ハ副軸ニ添ヒタルモノハ再ビ元ノ方

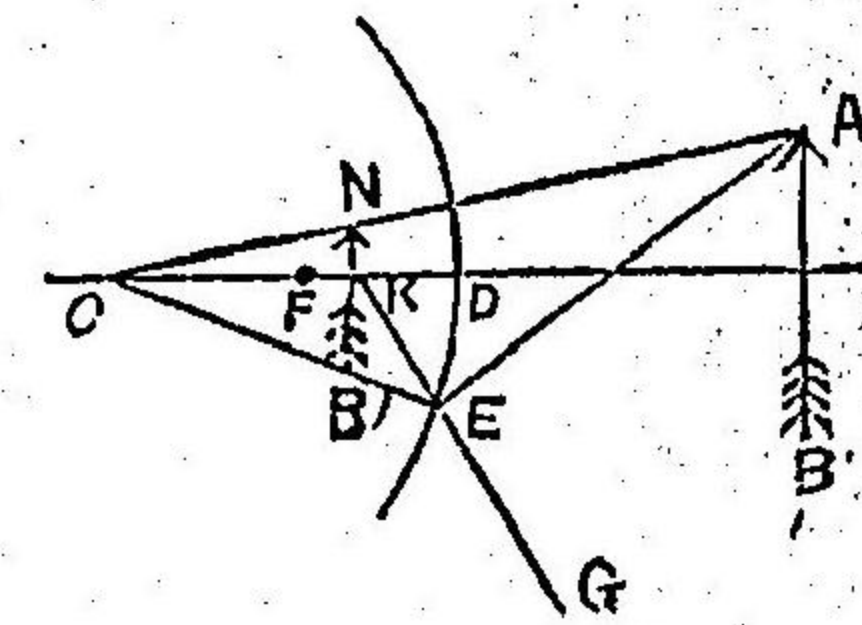
向ニ反射スベク AE ノ如キ方

向ヲ取りテ發射セル光ハ丁度 K

ヨリ出タルモノト等シク A'B' ノ

如キ點ニ虚像ヲ生ズベシ但シ A'

B' ハ AB ヨリハ小ナリ



球面鏡ノ影像ニ於ケル數式 球面ト物體ト

ノ距離ヲ d 影像ト球面トノ距離ヲ d' 球ノ半徑ヲ r 焦點

距離ヲ f トシ物體ノ大チ G 影像ノ大サヲ g トスレバ下

式ヲ得ベシ

$$\frac{g}{G} = \frac{f}{d-f} = \frac{d-f}{f} \frac{r-d'}{d-r}$$

上式ニ於テ凸面鏡ナラバ r 或ハ f ナ負トスベシ。

物體ノ見ユル理 凡テノ物體ハ皆光線ヲ反射ス

而シテ太陽其面ノ光原ヨリ發射セラレタル光線ハ物體ノタ

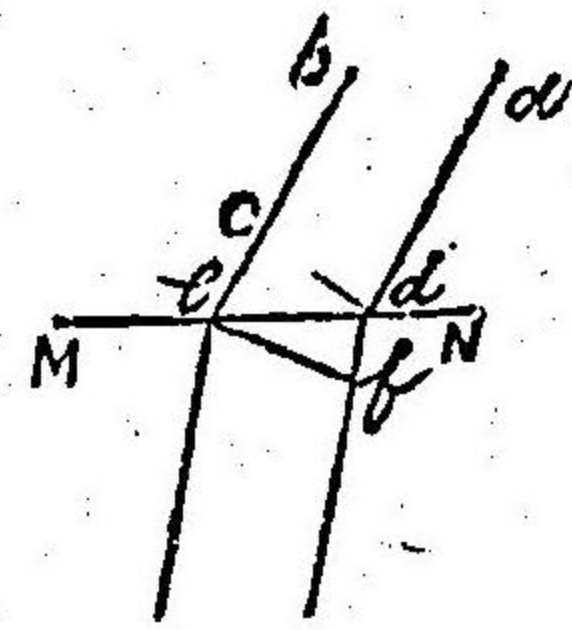
メニ反射セラレテ吾人ノ視覚ニ入ルモノナリ、而シテ物體



ノ表面ハ何レモ粗密アリ從テ光線反射ニ多少アリテ吾人が日常見ルガ如ク木石金屬等ヲ識別シ得ベシ

### 屈折

屈折ノ理 例バ水中ニ棒ヲ斜ニ差シ入ル、其ハ棒ハ丁度水面ヨリ折タルガ如ク見ユ之レヲ光線ノ屈折ト云フ  
abcd ナル一束ノ光アリ例ハ空中ヨリ來リテ MN ナル水面ニ會フヤ ad ナル光線先ヅ水面 MN ニ達ス此時 bc ノ側ハ c 點ニアリ、水ハ空氣ヨリ密度大ナルヲ以テ bc ナル光線ガ e マデ進ム間ニハ ad ハ漸ク f ニ來リ光束ノ兩端ハ ef ノ如キ位置ヲト  
ル即 cd トハ或ル角ヲナス。次ニ e 已ニ水中ニ入レバコレヨリハ兩方同速度ヲ以テコ、ニ於テ遂ニ初メノ方向ト其向ヲ變ズ

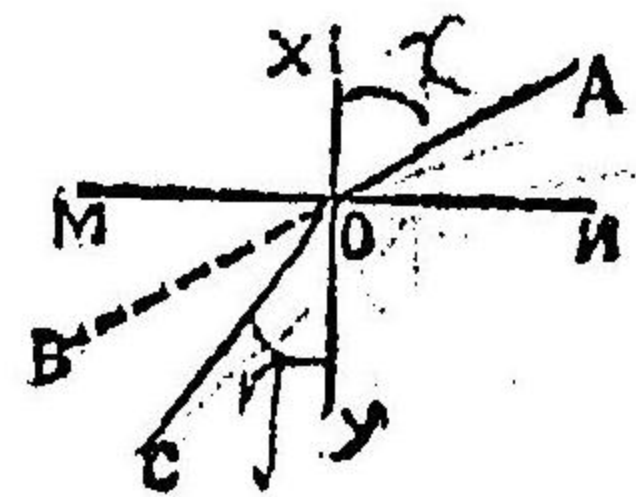


一般ニ透明體ヲ進行シ來リ、密度異ナル物質ニ逢ヘバ屈折シテ進行ス、而シテ稀薄ナルモノヨリ濃厚ナル物體ニ逢ヘバ其屈折光垂直線ニ近ク

屈折率 投射角ト屈折角ノ正弦ノ比ハ二ツノ物質間ニ於テハ常數ナリト云フ之ヲ二物間ノ屈折率ト云フルヲ屈折率トスレバ

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}$$

右圖 AO ハ投射線 OC ハ屈折線 MN ハ二物體ノ界 XY ハ垂線角 AOY 投射角 (= α) 角 COY ハ屈折角



(=γ)トス

重ナル物質ト空氣トノ屈折率下ノ如シ

氷	1.31	くろーん硝子	1.53
水	1.33	りふんと硝子	1.66
酒精	1.36	硫化炭素	1.67
油	1.5	金剛石	2.47
水晶	1.54		

極限角 前條ノ圖ニ於テ密體中 C ヨリ光發出シテ CO ノ如キ方向ヲトレリトモバ粗體中ニ出テ、屈折シ OA ノ如キ方向ヲ取ルニ至ル

今モシ COY 角次第ニ大ナルニ至レバ XOA 角亦次第ニ大ナルベク、而シテ XOA 角ハ常ニ YOY 角ヨリ大ナルヲ以テ γ 角ガ未ダ九十度ニ達セザルニ X 角ハ已ニ九十度ニ達スベシ 然ルモハ九十度ノ正弦ハ一ナルヲ以テ前ノ式ハ

$$n = \frac{1}{\sin \gamma}$$

或ハ  $\sin \gamma = \frac{1}{n}$

今モシ水ト空氣ノ間ニ於テ γ 角ノ大ヲ求ムレバ

$$\sin \gamma = \frac{1}{1.33} = 0.75$$

三角函數表ニヨリ γ 角ヲ求メテ 48°55' 得ベシ

カクノ如キ角ヲ極限角ト云フ

全反射 今モシ γ 角ガ極限角ヨリ大ナルニ至レバ X 角ハ九十度ヨリ大ナルニ至リ從テ C 點ニ發セル光線ハ MN ノ外部ニ出ヅルヲ能ハザルニ至ルベシ之ノ現象ヲ全反

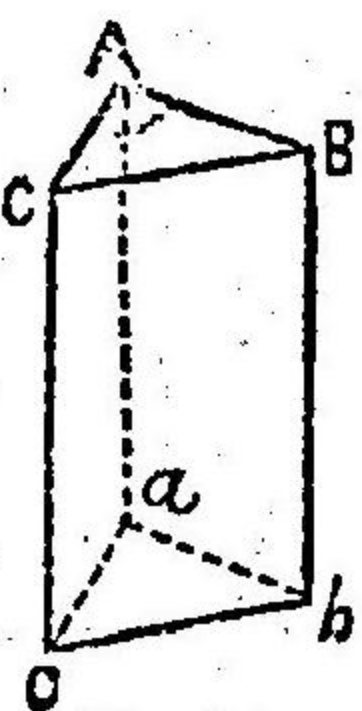


射ト云フ

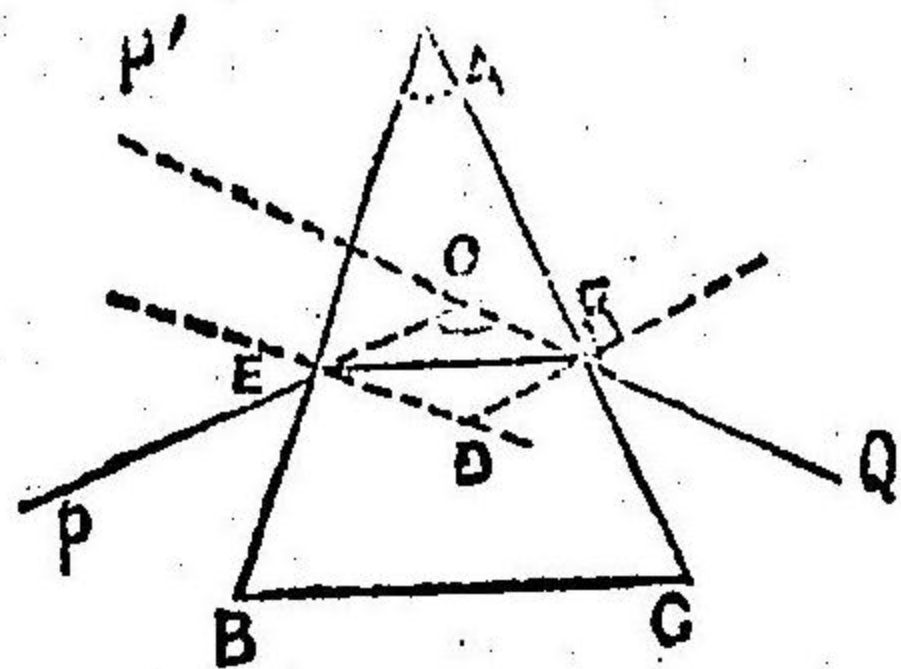
天体ノ位置 天体ト地球トノ間ハ真空ニシテ地球表面ヲ去ル數十哩ノ高ニ至ルマテ空氣アリ故ニ天体ノ光線真空ヨリ地面ニ達スルニ際シ空氣ノタメニ屈折セラル故ニ天体ハ常ニ眞ノ高サヨリモ高ク見ユルモノナリ

太陽ノ如キハ地平線下ニアル時ト雖光線屈折ノタメニ見得ベシ 太陽ガ眞ニ地平線上ニ現レ或ハ没スル時ヨリ俯角凡十八度ノ間ハ尙ヨク之ヲ望ルヲ得ベシト

ぶりすむ 或ハ三稜鏡ト云フ透明體ニテ作レル三角柱ノナリ右圖ノ如シ  $\Delta a, Bb, Cc$ , 三線平行ナリトシ之等ノ線ニ直角ナル面ヲ以テ切りタル  $ABC$  或ハ  $abc$  ナ主截面ト云ヒ  $\Delta a$  ナル稜ヲぶりすむノ稜ト云ヒ角  $BAC$  ナぶりすむノ角ト云ヒ  $Bb, c, C$  ナル平面ヲ底ト云フ



ぶりすむノ屈折  $ABC$  ナぶりすむノ截面トシ  $P$  ヨリ  $PE$  ノ如ク光線ヲ投射スレバ  $EF$  ニ屈折シ更ニ  $F$   $P$  ニ屈折ス 故ニ  $P$  ニアル物體ヲ  $Q$  ヨリ望メバ恰モ  $P'$  ニアルガ如ク見ユベシ



$PE$  ト  $QF$  ノ夾ム角即  $POQ$  角ヲ傾斜角或ハ單ニ傾斜ト云ヒ  $QF$  ト  $AC$  ニ垂直ナル線トノ夾ム角ヲ入射角ト云ヒ  $QF$  ト  $AC$  ニ垂直ナル線トノ夾ム角ヲ透射角ト云フ

傾斜角ヲ求ム 前圖ニ於テ 角  $AED$  及ビ角  $AFD$  ハ何レモ直角ナリ故ニ角  $EDF$  ト角  $A$  ハ補角ナリ

故ニ入射角ヲ  $r$  トシ透射角ヲ  $i$  トスレバモシ  $A$  角即屈折角  $A$  ヲ  $\theta$  トスレバ傾斜角  $x$  ハ

$$X = 4RL - (\angle EDF + \angle DEO + \angle DFO)$$

然ルニ  $\angle EDF = 2RL - \theta$  但シ  $RL$  ハ直角

及ビ  $\angle DEO = r$ ,  $\angle DFO = i$

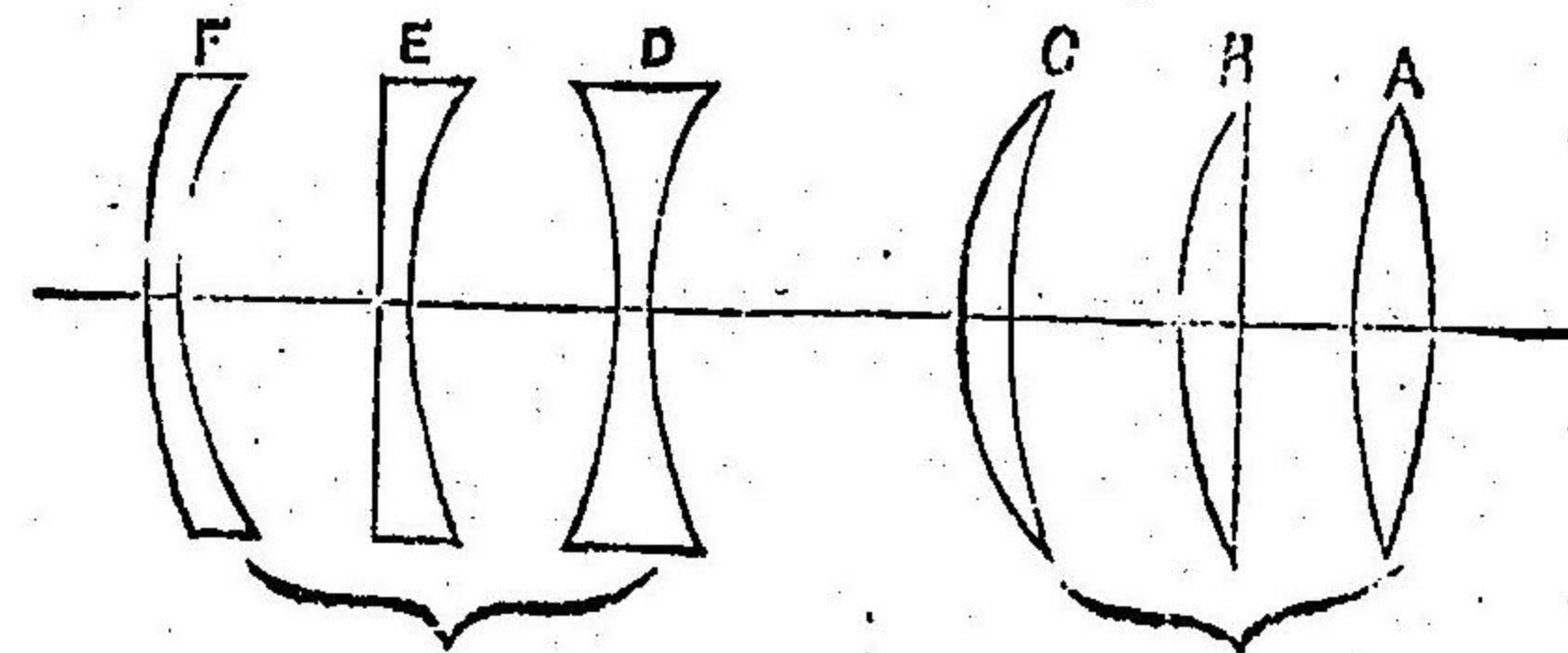
$$\begin{aligned} \text{故ニ} \quad X &= 4RL - 2RL + \theta - r - i \\ &= 2RL - \theta - r - i \end{aligned}$$

$$\therefore X = r + i - \theta$$

ヲ得ベシコレ重要ナル式ナリ

$X$  ノ價ハ  $r$  ト  $i$  ガ等シキ片最小トナリ之ヲ最小傾斜角ト云フ

れんす 二ツノ球面或ハ一球面ト一平面ヲ以テ作りタル透明體ナリ 二種類アリ次ノ如シ



$ABC$  ノ三ツヲ凸れんすと云ヒ  $DEF$  ノ三ツヲ凹れんすと云フ 両面ヲナセル球ノ中心ヲ連結スル線或ハ此線ヨリ平面ナル一面ニ立テタル垂線ヲ主軸ト云ヒ 主軸上ノ任意ノ一點ニ發光體ヲ置クキハれんすと通過スルノ際 屈折セラレテ丁度反對ノ側ノ他ノ一點ニ於テ集交スコノ兩點ヲ共軛焦點ト云フ 主軸外ノ一點ニ光點ヲ置クキモ同様ノ結果ヲ生ズベシ 之ノ二點ヲ連結スル線ヲ副軸ト云フ 光線モ



シ主軸率平行ナル片ハ定マリタル或一點ニ集交スベシ之ヲ主焦點ト云フ

れんすノ公式 共軛焦點ヲソレソレ PP' トシ P ヨリれんすマデノ距離ヲ d トシ P' ヨリノ距離ヲ d' トシ主焦點ヨリれんすマデノ距離即焦點距離ヲ f トスレバ次ノ關係式アリ

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \dots\dots\dots(1)$$

モシれんすノ兩球面ノ半徑相違アル片ハ 兩方ニ生ズル主焦點距離ハ不等ナルベシ 一ヲ第一焦點 (F<sub>1</sub>) トシ他ヲ第二焦點 (F<sub>2</sub>) トス P<sub>1</sub> ハ F<sub>1</sub> ノ方ニ P'<sub>1</sub> ハ F<sub>2</sub> ノ方ニアルモノトシ PF<sub>1</sub> ヲ m P'F<sub>2</sub> ヲ n トスレバ

$$mn = f_1 f_2 \dots\dots\dots(2)$$

但シ f<sub>1</sub>f'<sub>2</sub> ハソレソレ第一第二ノ焦點距離ナリ  
モシ兩球面等シキ片ハ f<sub>2</sub>f'<sub>1</sub> ハ相等シク

$$mn = f_2 \dots\dots\dots(3)$$

ヲ得ベシ コノ公式ヲにうとんノ公式ト云フ

次ニれんすニヨリテ生ズル影像ト 眞物體トノ大ノ關係次ノ如シ

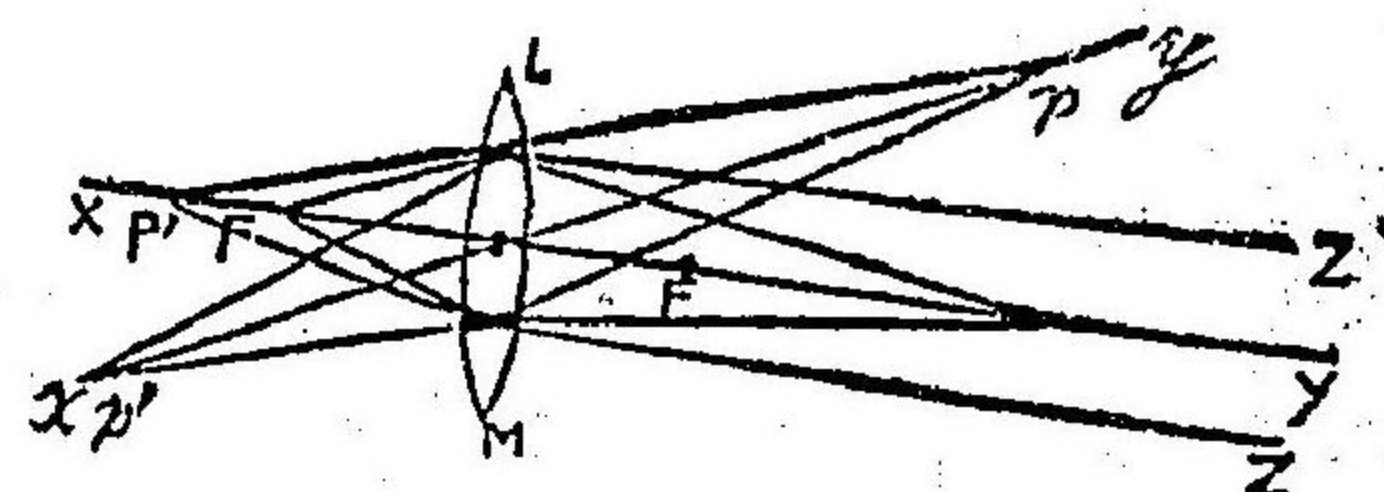
$$\frac{g}{G} = \frac{d'}{d} \dots\dots\dots(4)$$

式中 G ハ物體ノ大サ, g ハ影像ノ大サ, d 及 d' ハソレソレ物體及影像ヨリノ距離トス 但シ焦點距離ハ常ニ已知ナルヲ以テ d, d' ハ其一ヲ知ラバ (1) 式ヨリシテ他ヲ求メ得ベシ.

凹れんすノ場合ニ於テハ f 及 d' ハ常ニ負數トス然ル片ハ凹れんすニヨリテ生ズル影像ハ實物ヨリ小ナルベシ

尙次ノ圖ニヨリテ了解スルヲ得ベシ

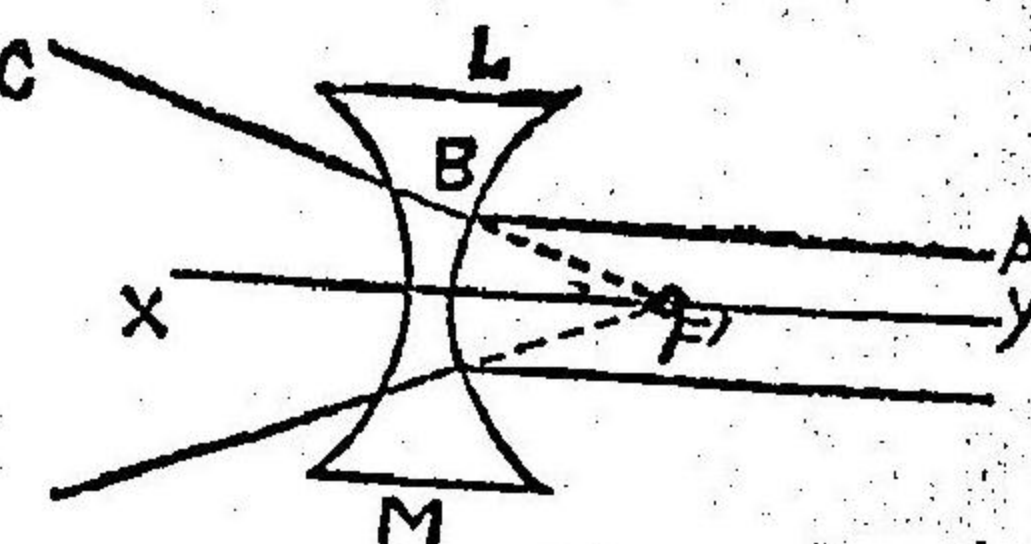
圖ニ於テ XY ハ主軸 LM ハれんす F ハ主焦點ニシテ P P' ハ共軛焦點 XY ハ副軸ナリ



今モシ光點ヲ F トれんすノ中間ニ置ク片ハ光ハ一點ニ集交セズシテ却テ分散スルニ至ルベシ.

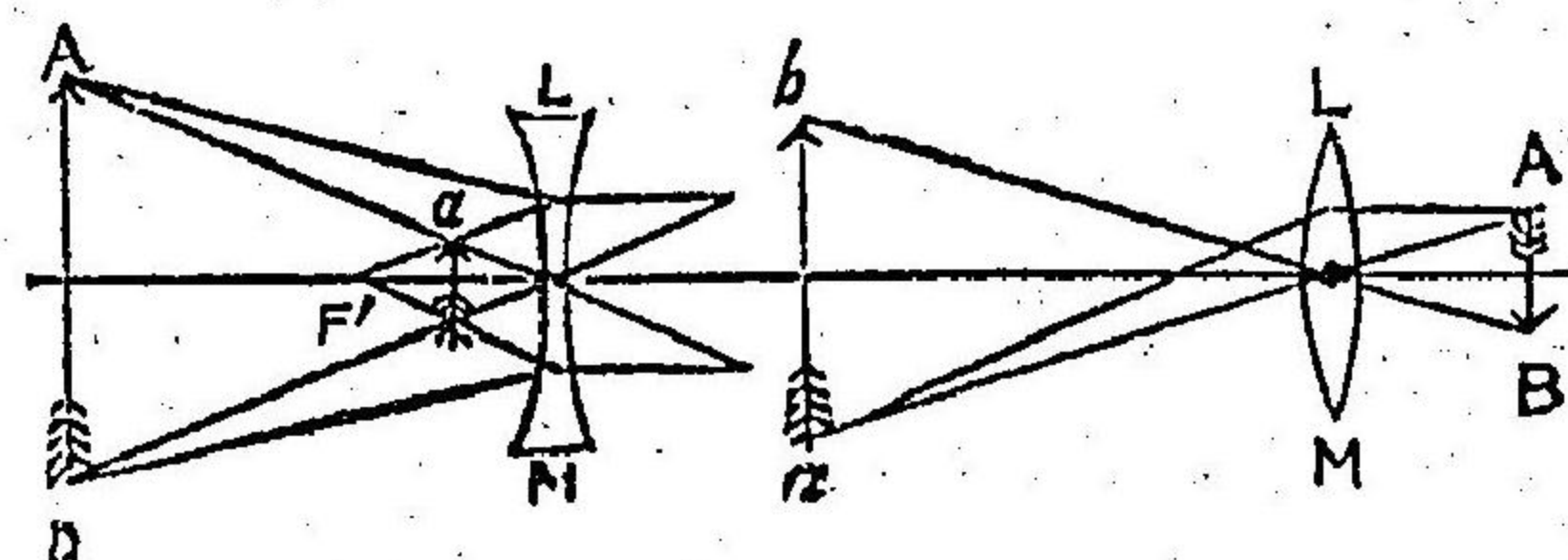
凹鏡ハ常ニカクノ如キ作用ヲナス

圖ニ於テ XX' ハ主軸ニシテ AB ハ之ニ平行ナル光線トスレバ れんすノ爲ニ光線ハ屈折セラレテ BC ノ如キ方向



ナトリ恰モ F' 點ヨリ發射スルガ如シ F' ノ如キ點ヲ虚焦點ト云フ

次ニれんすニ由テ生ズル影像下圖ノ如シ



れんすノ収差 れんすノ主軸ニ平行ニ入射スル光線ハ一點 F' ニ於テ集合セズコレれんすノ各部其兩面ニテ 挟ム角ニ相違アレバナリ 即れんすノ縁ニ近キモノハれんすニ近ヅイテ集交スベシコノ作用ヲ収差ト云フ 収差ヲ小ナラシメシメニハ可成面ノ曲率ヲ小ナラシムベシ.



### 光ノ分散

すべくとる 暗室ノ側壁ニ小孔ヲ穿テ日光ヲ室内ニ導キテ之ヲ白紙上ニ受ケレバ白色ノ影ヲ生ズベシ。今之ヲぶりすむニヨリテ屈折セシメテ白紙上ニ受ケレバ美麗ナル有色ノ光ヲ得ベシ 之ヲすべくとるト稱ス

すべくとるノ順序及其理由 前ノ如クニシテ得タルすべくとるハ大畧下ノ如キ七色ヲ有ス

紅、橙黃、黃、綠、青、深藍、紫

之ナリ 但シ其中間ニハ種々ノ色ヲ有シ漸次紅ヨリ橙黃ニ移リ更ニ黃ニ移ルモノトス

今モシ上ノすべくとるヲシテれんすヲ通過セシメ再ビ一點ニ集合スレバ又白色ヲ有ベシ。

コレニヨリテ元來白色ナルモノハ各色ノ集合シテ成ルモノナルヲ知ル

白色ガぶりすむニヨリテ分解セラレすべくとるヲ生ジ各色ヲ集合シテ白色ヲ得ベキニヨリ各色ハ各ノ其ぶりすむニ達テ屈折スルノ度ヲ異ニスルヲ知ル

蓋シ最モ屈折ノ小ナモノハ紅色ニシテ順次之ニツキ紫色ハ最モ多ク屈折スルモノトス

ふらんほうふゑる線 すべくとるヲ作りタル片其各色ノ中間ニハ無數ノ焦線ヲ有ス之ヲふらんほうふゑる線ト云フ 其中ノ重要ナルモノニハ紅色ノ方ヨリ順次 A, B, C, D, E, F, G, H, ノ各ヲ付ス

紅内線 紫外線 以上ノすべくとる中ニ有スル光線ノ外ニ紅ヨリ屈折ノ少ナキモノ及紫ヨリ屈折ノ多キモノ

ノタリ共ニ無色ノ光トス其紅ヨリ屈折少キモノヲ紅内線ト云ヒ他ヲ紫外線ト云フ

發光体トすべくとる 太陽ノ光ニ於テハ以上ノ如キ重ナル七色ヲ有スルすべくとるヲ得タリ 其他ノ光ヲ用テモ又すべくとるヲ得ベシト雖モ其光線ノ異ナルニ從テ生ズル所ノすべくとる又種々異ナレリトスカクテ經驗ニヨリすべくとるヲ試験シテ其光體ノ元素ヲ知ルヲ得ベシ。太陽光ヲ構成スル物質ノ原素ヲ知ルニハ上ノ法ニヨルモノトス

没色れんす れんすヲ以テ太陽ノ光ヲ屈折スルニ當リ太陽ノ光ヲ組成セル各種ノ光ハ各々其屈折率ヲ異ニスベシ。從テ其焦點ハ數點ニ分タルベシ。例ハ一枚ノ凸れんすヲトリ之ヲ透過シテ白紙ヲ望メバ恰モ色紙ノ如ク見ユコレ上ノ理ニ原ク

今モシ一度レンスニヨリテ屈折セラレタル光ヲ再ビ反對ニ且適度ニ之ヲ屈折スレバ其焦點チ一所ニ集ムルヲ得ベシ カクノ如キ性質ヲ有スル様ニ作りタルれんすヲ没色れんすと云フ

通常くろうん硝子ニテ作りタル凸れんすとふらん硝子ニテ作りタル凹れんすヲ圖ノ如ク組合セテ作ルモノトス



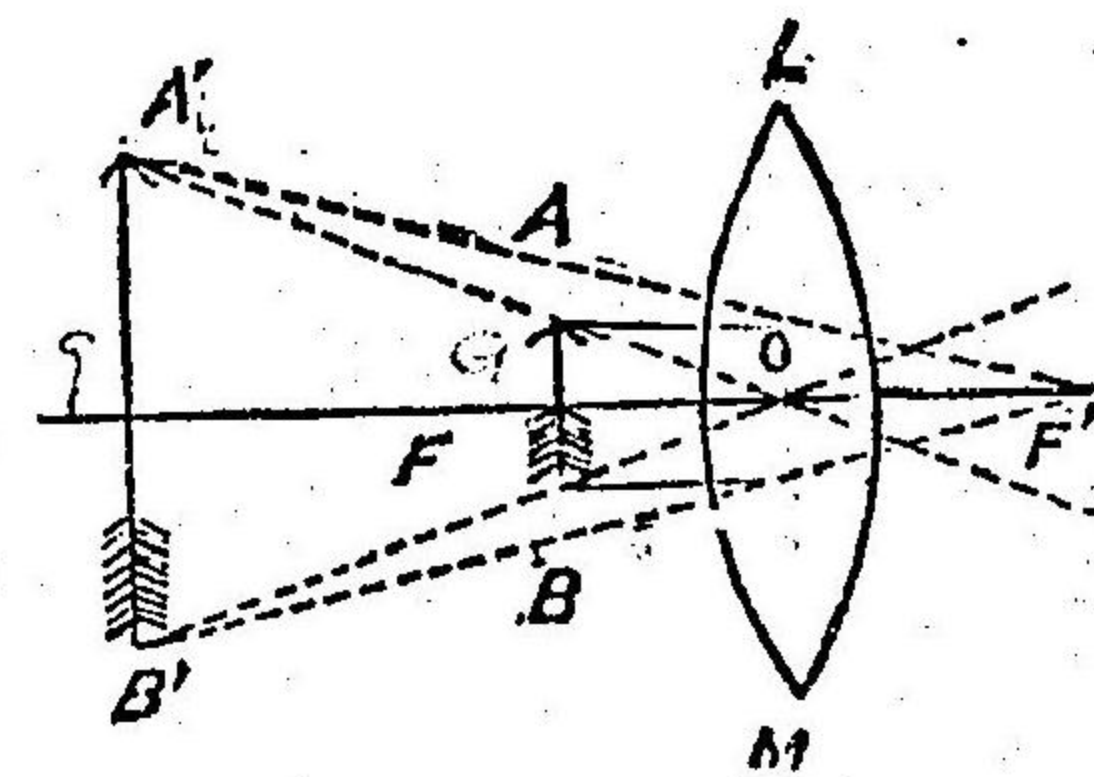


光學機械

顯微鏡 微小ナル物體ヲれんすノ作用ニヨリ放大セシメ以テ充分ナル觀察試驗等ヲナスノ用ニ共ス之ニ二種アリ

第一 單顯微鏡

單顯微鏡ハ一枚ノれんすナリ今モシ殆ド主要焦點 Fニ近ク AB ナル物體ヲ置ケバ AB 體中ヨリ出ヅル光ハ主軸ト平行ニ進ミテ



れんすノタメニ屈折セラレタル他側ノ主焦點 F'ニ集交スベシ F'ヨリ之ヲ見レバ丁度物體 ABヨリ出ヅル光ハ F'A'ノ方向ニ見ヘカクテ ABナル物體ハ A'B'ノ如ク物體ノ數倍ノ大ニ之ヲ見ルヲ得ベシ. ABノ大ヲ表スニ G, A'B'ノ大サヲ g, O點ヨリ AB及 A'B'マデノ距リヲソレソレ d及 d'トスレバ 相似三角形ノ理ニヨリ

$$g = G \times \frac{d'}{d}$$

然ルニ ABヲ殆ド F'點ニ置ケガ故ニ d=f 即 dハ焦點距離ニ等シク又 A'B'マデノ距離ハ通常三十センチメートル内外ナリトス故ニ前式ハ

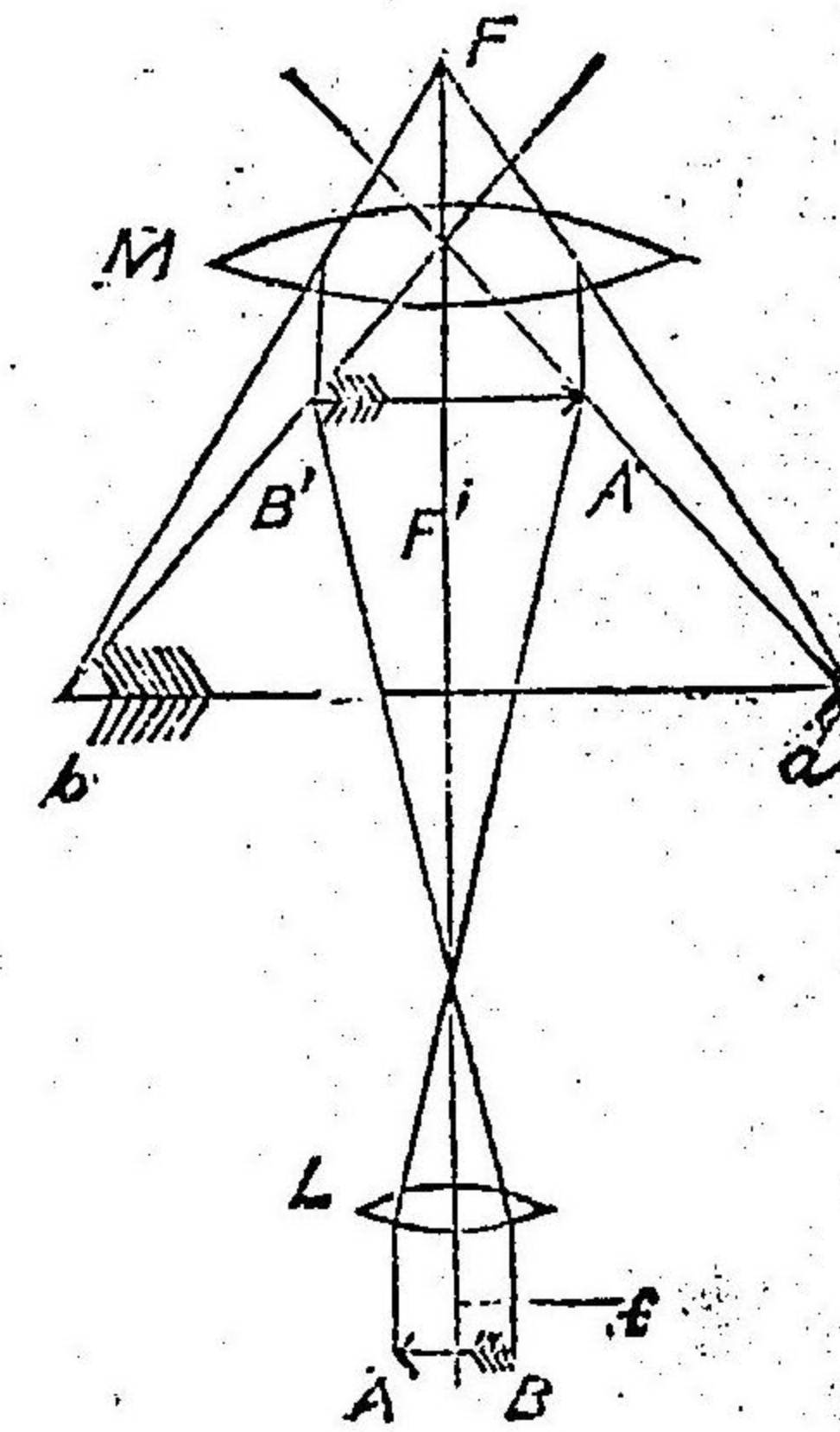
$$g = G \times \frac{30}{f}$$

式<sup>30</sup>中<sup>30</sup>ナル數ヲれんすノ倍率ト云フ

注意 前式 d'ノ價ヲ三十センチメートルトセシム人

目ノ明視ノ距離ガ約三十センチメートルナルニヨル 而シテ明視ノ距離トハ通例ノ人ハ目前約三十センチメートル内外ノ物體ヲ最モ明瞭ニ見得ベクシテ 之ノ距離ノ $\Gamma$ ヲ云フナリ.

第二 複顯微鏡 Lヲ接物れんす Mヲ接眼れんすト云フ Lれんすノ主焦點 f以外ニ ABナル物體ヲ置ケバ A'B'ニ其倒像ヲ生ズベシ 今之ヲ Mナルれんすニヨリ A'B'ヲ其焦點 F'内ニアラシメテ之ヲ見レバ丁度 A'B'ナル物體ヲ單顯微鏡ニ於テ見タル $\Gamma$ ノ如ク abニ於テ之ヲ數倍ノ大ニ見ルベシ ABト abハ常ニ反射ノ向ヲ取ル $\Gamma$ 圖ノ如シ



ABノ大ヲ G, abノ大ヲ gトス Lれんすノ倍率ヲ Rトシ Mノ倍率ヲ R'トスレバ Lノ倍率ハ Rナルヲ以テ A'B'ハ ABノ R倍ナルベシ 次ニ Mノ倍率ハ R'ナルヲ以テ abハ A'B'ノ R'倍ナリ 因テ abハ ABノ R x R'倍ナリ即

$$g = G \times R \times R'$$

ヲ得ベシ R x R'ヲ $\Gamma$ ノ顯微鏡倍率ト云フ

コレニヨリテ複顯微鏡ノ倍率ハれんすノ倍率ノ積ニ等シ

望遠鏡 遠方ニアルモノヲ近クニ引寄テ見ルノ器



ナリ

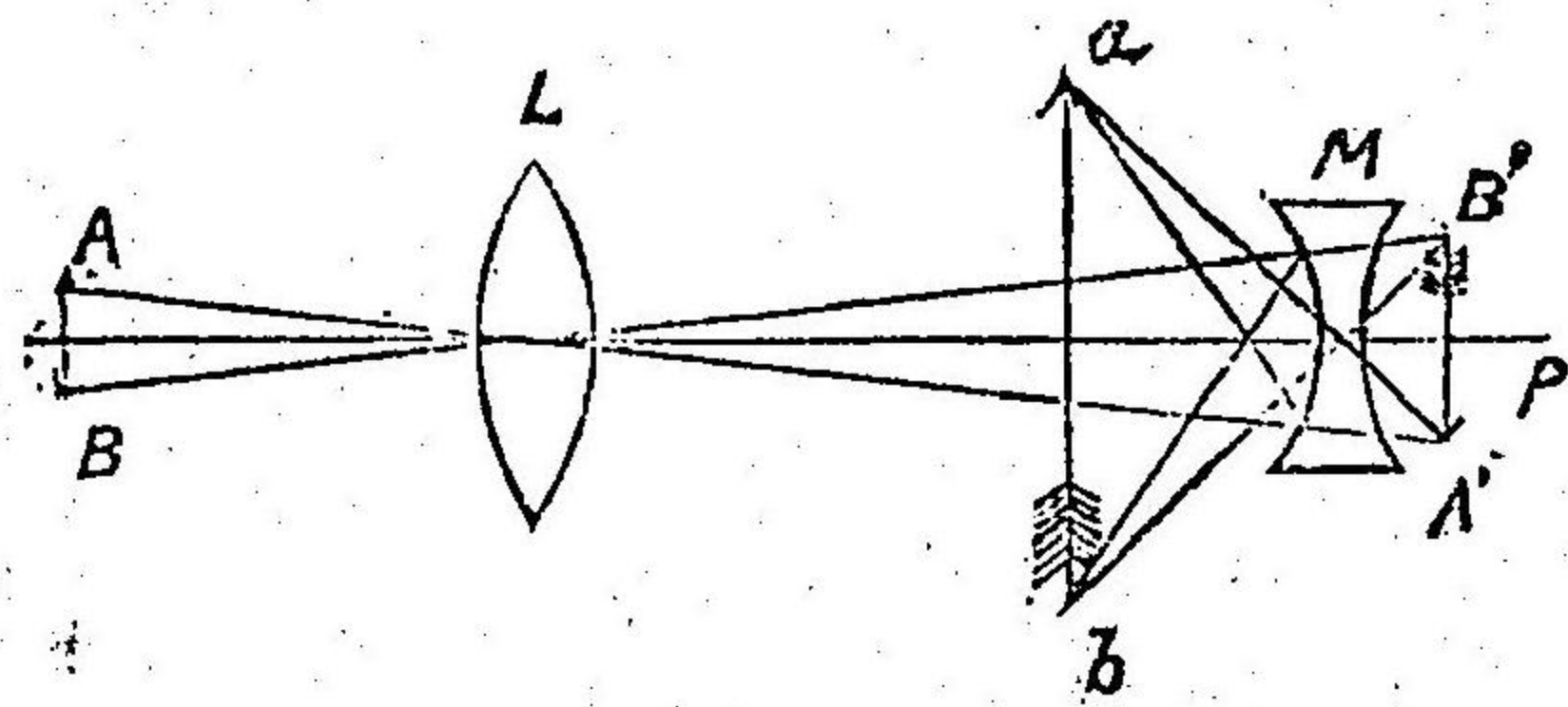
第一 天文用望遠鏡 其構造ノ理ハ複顯微鏡ト畧同一ナリトス 但シ複顯微鏡ニ反シ接物ハ大ニシテ接眼れんすハ小ナルモノトス

倍率ハ接物れんすノ焦點距離ト接物れんすト焦點距離ノ比ニ等シ 即接物れんすノ焦距ヲ  $F$  他ヲ  $f$  トスレバ

$$\frac{F}{f} \text{ が望遠鏡ノ倍率ナリ}$$

第二 地上用望遠鏡 天文用望遠鏡ハ常ニ實物體ヲ倒視スベキニヨリ地上用ノモノハ之ニ數個ノ補助れんすヲ用テ影像ヲ正視セシム

第三 兩眼鏡或ハがりれをノ望遠鏡ト云フ 一個ノ凸れんすト一個ノ凹れんすヨリナル 其理下ノ如シ



A, B ナル物體ヨリ來ル光線ハ接物れんすニヨリ其影像ヲ A', B' ニ生シ (倒像) P ヨリ之ヲ見レバ M ナル接眼れんすノタメニ屈折セラレテ ab ノ如ク正立スル影像ヲ生ズベシ。

此種望遠鏡ノ倍率モ亦二れんすノ焦點距離ノ比ナリ 其他天文用ノモノニハ反射鏡ノ作用ヲカルモノアレバ 其理ハ大同小異ナルヲ以テ略ス

暗箱 寫眞機械ナリ 今一ノ箱ヲトリ其面ニ圓窓ヲ

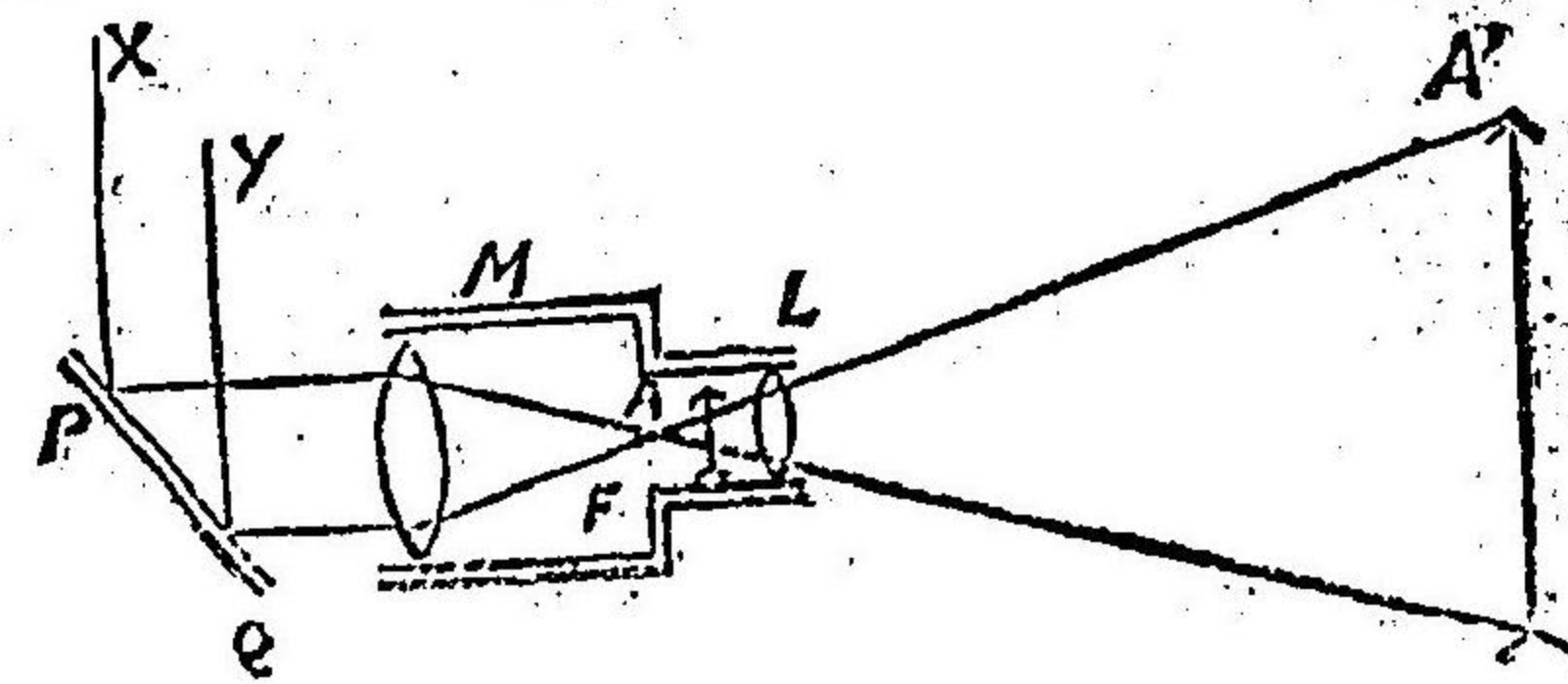
明ケ之ニれんすヲ包有スル圓筒ヲ取付ク。箱ノ後部ハ磨硝子ヲ嵌ム 但シ此磨硝子ハ前後ニ進退自由ニナシ又取外シ自在ナリトス 今若シれんすヲ一物體ニ向ハシムレバ其倒像ハ後部ノ磨硝子上ニ生ズベシ。但シ其影像ガ明瞭ナルマテ磨硝子ヲ進退スルモノトス 磨硝子ヲ取外シ代リニ感光板 (後章ニアリ) ヲ嵌ムレバ之ニ物像ヲ印スルヲ得ベシ 物體ヨリ發スル光線モシれんすノ縁ノ方ヲ通ズルハ 收差ノタメニ影像ハ不明ニシテ且眞ナル能ハズ 例ハ家ノ柱等皆曲リテ見ユベシ、之ヲ防グタメニれんすノ中央部ニノミ光ヲ通セシムルタメニ一圓板ノ中央ニ小孔ヲ有スルモノヲ取リ之ヲ筒内れんすノ前面或ハ後方ニ嵌入ス 之ヲしぼりト云フ

しぼりノ孔ハ小ナルホド影像ハ益々明シテ且正シキモノヲ得ベシト雖モ箱内ニ入來ル光線不充分ナルヲ以テ感光ノ作用遲シ 已ナラズ尙多少ノ曲リヲ生ズベシ 蓋シしぼりがれんすノ前後ナルニ從テ圓形ノ内方或ハ外方ニ曲リテ生ズ之ヲ防ク法次ノ如シ

筒内ノれんす一枚ノ代リニ其筒ハ兩端ニ於テ二枚ノれんすヲ置キ其中間ニしぼりヲ置ク然ルハ一ハ内方ニ一ハ外方ニ曲リテ生シ決極正シキ圓形ヲ得ベシ。

日光顯微鏡 微小ナル物體ノ影像ヲ充分大キク

シテ之ヲ白布等ノ上ニ映セシムル法ナリ 其構造次ノ如シ





PQ ハ平面反射鏡ニシテ XY ヨリ出タル日光ハ之ガタメニ反射セラレテ M ナルれんすニ其軸ニ平行ニ入射スベシ M 然れんすニヨリ屈折セラレタル光線ハ再ビ L 然れんすノタメニ屈折セラレハ、トナルベシ

今 L 然れんすノ焦距以内ニ A ナル物體ヲ置ケバ A' ノ如ク前面ノ白壁或ハ白布ニ其影ヲ映ズベシ。コノ白布或ハ白壁ガ遠キホド大ナル影像ヲ生ズベシト雖モ往々不明瞭トナルハ免レズ

ばらるす等ハ水ニ混ツテ一板ノ硝子板ニ夾ミ A' ノ部ニ於テ其影 A' ニツキ其名部ヲ研究シ得ベシ。

上ノ器ニ於テ XY ナル日光ニ代フルニ強力ナル電燈或ハ色るもん色光等ヲ用フルモヨシ

**幻燈** 其構造ノ大要ハ日光顯微鏡ニ異ナルヲナシ光原ハ通常ノらんぶヲ用ヒ之ニ反射鏡ヲ付スベシ

通常幻燈等ニ於テ一光源ヨリ發スル光線ハ各平行ナル能ハズ故ニ其等ノ光線ヲ平行ナラシメ且他ノ方向ニ出ヅル光線ヲモ一方ニ向ハセンタメニハ通常拋物線狀ヲナセル反射鏡ヲ用ヒ其心點ト名クル一點ニ光源ヲ置カバ各方面ニ出ヅル光ヲシテ一方ニ向ハシメ且其方行ヲ平行ナラシムルヲ得ベシ。

### 光ノ餘論

**光ト熱ノ關係** 通常吾人ハ家ノ内木陰等ノ日光ヲ直接ニ受ザル場所ニ於テハ日光ヲ直接ニ受クル場所ヨリハ常ニ低溫度ナルヲ知ル 故ニ光ト熱トハ其間互ニ相離ルベカラザル關係ヲ有スルモノナリ

次ニ吾人ハ光ヲ得ント欲セバ又大抵熱ヲ要スベシ

凡テ屈折ノ少キ光線ハ常ニ熱ヲ起スベキモノナリトス例バ紅内光線ノ如キハ各種ノ光線中最モ屈折ノ度弱キモノニテ此光線ハ常ニ熱ヲ起スベシ

**燐光** 金剛石、硫比ばりうむ等ヲ日光ニ曝シテ後之ヲ暗中ニ置ケバ暫時ニ自ラ光ヲ放ツベシコレヲ燐光ト云フ

**げすれる管** 一ノ硝子管ヲ取り其中ノ空氣ヲシテ稀薄ナラシメ之ノ内ニテ電氣火花ヲ發セシムレバ管中ニハ美麗ナル色彩ヲ見ルベシ コノ管ヲげすれる管ト云フ 管中ノ空氣ニ代フルニ他ノ瓦斯類ヲ用フレバ種々ナル光彩ヲ得ベシ

**色ノ混合** 白色ナル光線ハ各色ノ混合ヨリ成ルルニ云ヘリ而シテ前記七色ヲ混合スレバ白色ヲ得ベシト雖モ今モシ其二三例バ青色ト黄色ヲ混合スレバ程ド白色ヲ生ズベシ 其他二色或ハ三色ヲ隨意ニ混合スレバ其中間ノ色ヲ生ズベシ。

**黑色ハ光線ヲ吸收スベシ** 二ノこつぶヲトリ其一ハ白布ヲ以テ之ヲ包ミ他ハ黒布ヲ以テス。而シテ之二者ヲ數分間日光ニ露出シテ各其布ヲトリ外シ其雪ノ解タル分量ヲ計レバ黒布ニテ包ミタルモノ多量ニ解タルヲ見ルベシ コレ黒色ハ光ヲ吸收シテ其熱ヲ増シ白布ハ光ヲ吸收セザルノミナラズ却テ之ヲ反射ス

一ノれんすヲ以テ日光ヲ屈折セシメ丁度其焦點ニ當ル所ニ黒紙ヲ置ケバ忽チ燃ユルヲ見レバ白紙ナラバ容易ニ火ヲ發セズ コレ蓋シ前ノ理ニヨルモノナルベシ

**光ノ化學作用** すべくとる中屈折ノ大ナル光



線ハ其化學作用最モ大ナリトス故ニ屈折ノ最モ大ナル紫外光線ハ化學作用最モ大ナリ紅外光線等ニ至ツテハ殆ド化學作用ヲ有セザルモノトスコレ寫眞實等ニ於テ赤色燈ヲ用フル以所ナリトス

水素及鹽素ハ暗所ニ於テハ化合スルヲナシト雖モ一度日光ニ逢ヘバ忽チ爆聲ヲ發シテ化合スベシ其他或ハ日光ノタメニ化合スルモノアリ分解サルモノアリ或ハ其分子ノ構造ニ變化ヲ來スモノアリ

**寫眞術** 銀鹽類ハ光線ニ逢テ常ニ化學作用ヲ起スベシ例ハ硝酸銀ノ如キ之ヲ指頭ニ附着シ日光ニ觸レシムレバ忽チ黑色トナル寫眞術ハ硝酸銀ノコノ性質ヲ理シタルモノナリ但シ近時ノ寫眞術ニ於テハ臭化銀沃化銀等硝酸銀ヨリ一層光ニ感ツ易キ物ヲ用フ今其大要ヲ記セン

先ヅ一枚ノ清潔ナル硝子板ヲトリ之ニあるこ一及ゑ一てゐるノ混合液ニテ火綿ヲ解シタルモノ即ちろぢをん中ニ沃度加里或臭化加里ヲ混シタルモノヲ注グ然ルハ小時ニシテあるこ一、ゑ一てゐるハ蒸發シ去リ硝子板上ニハ火綿及沃度或臭素ノ化合物ヲ殘留ス

次ニ之ヲ硝酸銀ノ液中ニ浸セバ硝子板面ニハ臭化銀沃化銀ヲ生ズベシ或ル法々ヲ用テ之ヲ乾シタルモノヲ乾板ト云フ

今乾板ヲトリ暗箱中ノ磨硝子ノ所ニ置キれんすヲ通シテ入射スル物像ヲ之ニ印セシムレバ光線ノタメニ作用セラレテ分子ノ組織ヲ變ズベシ然レモコノマニテハ物像ヲ此板上ニ見ルヲ得ズ之ヲ還元セザルベカラズ之ヲ顯像ト云フ

顯像ノ法ハ已ニ光線ノ作用ヲ受タル乾板ヲ硫酸鐵或ハ

修酸等ノ藥液ニ浸スニアリコノ顯像藥ノ種類甚ダ多シ次ニ顯像シタル板ヲトリ之ヲ次亞硫酸曹達ノ液中ニ洗ヒテ未ダ光線ノ作用ヲ受サル銀鹽ヲ除去シ之ヲ乾セバ硝子寫眞寫眞ヲ得ベシ之ヲ種板ト云フ

次ニ感光紙ト名ケ食鹽或ハ卵白ヲ塗リタル紙ヲ硝酸銀液中ニ浸シ以テ紙面ニ鹽化銀ヲ生ゼシメタルモノヲ取り之ヲ前記種板ノ下ニ重子之ニ日光ヲ受ケレバ光ニ感ツタル部分ハ黑色トナリ他ハ白色ヲ存ズベシ

今之ヲトリ鹽化金ノ液ニ浸シテ鍍金ヲナシ更ニ次亞硫酸曹達ノ液ヲ以テ光線ノ作用ヲ受サル銀ノ化合物ヲ洗ヒ去リ水洗シテ之ヲ乾セバ通常ノ紙寫シヲ得ベシ



### 電氣及磁氣學

※

#### 磁氣學

**磁石** 鐵或ハにつける等ニシテ他ノ鐵片等ヲ吸引スル性ヲ有スルモノアリ之ヲ磁石ト云フ

磁石ニ二種アリ 天然磁石及人工磁石之ナリ 天然磁石トハ磁鐵礦ト名クル礦物ニシテ他ハ通常棒又ハ馬蹄形鐵ニ天然磁石或ハ電氣ニヨリ磁氣ヲ付與シタルモノナリ

**磁性體** 凡テノ物體中自ラ磁氣ヲ有スルヲ得或ハ磁氣ノタメニ吸引セラレハノ性ヲ有スルモノト然ラザルモノアリ。磁氣ヲ有スルヲ得或ハ磁氣ノタメニ吸引セラレハノ性質ヲ有スルモノヲ磁性體ト云フ 鐵最モ磁性ニ富ミにつける、こばると等之ニ次グ 而シテ其他ノ物體即磁石ヲ有セザル物體ヲ反磁性體ト云フ

**磁石ノ吸引力** 磁石ノ鐵ヲ吸引スル力ハ其磁石全部一様ナル能ハズ其兩端ニ於テ最モ力強大ニシテ 中間ニ於テハ殆ド吸引力ヲ有セザルモノトス 而シテ磁石ノ鐵ヲ吸引スルヤ其中間ニ物體ヲ置クモ 尙能ク作用スルヲ得ベシ 例バ硝子紙等ヲ距テ小鐵片ヲ磁石ニ吸引セシムルヲ得ベシ。故ニ磁石ノ及ブ所ハ物體其中間ニアルモ差支ナキモノトス

但シ其中間ニ置ク物體ハ反磁性ニ限リ 磁性體ナラバ磁力ヲ通ゼシムルヲ得ズ

**磁石ノ兩極** 今二個ノ磁石ヲトリ之ヲ互ニ其兩

端ヲ近ヅクニ磁石互ニ相吸引スルヲモアルベク相吸引セザルヲモアルベシ 今モシ一磁石ノ兩端ヲソレソレ N, S トシ他ノ磁石ノ兩端ヲソレソレ N' S' トスレバ N ナル端ヲ S' ニ近クレバ相互ニ吸引シ N' ナル端ヲ N ニ近クレバ吸引セズ却テ排斥スルヲ見ル 故ニ磁石ノ兩端ハ其性質ヲ異ニスルヲ見ルベシ一ヲ北極ト云ヒ他ヲ南極ト云フ

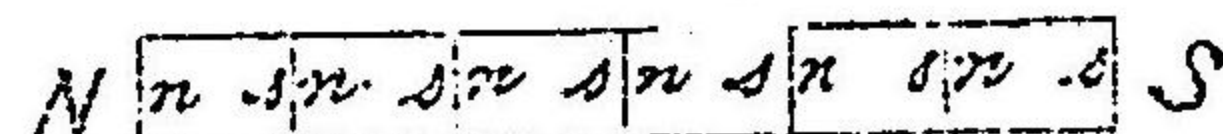
蓋シ一ノ小ナル棒磁石ヲトリ其中央ヲ支ヘテ自由ニ回轉スルヲ得セシムレバ磁石ハ必ズ南北ノ方向ヲ取ルベシ 今モシ南ニ向タル一端ヲ北ニ向ハシムルモ 再ビ自ラ回轉シテ元ノ位置ニ復スベシコレニヨリ一端ヲ南極トシ 他ヲ北極ト呼ブ

**磁氣吸引ト排斥ノ規則** 實驗上吾人ハ常ニ磁石ハ下ノ規則ニ從フモノナルヲ知レ

規則第一 同名ノ極ハ相排斥シ 異名ノ極ハ互ニ相吸引ス

規則第二 相吸引若クハ相排斥スルノ力ハ 二ツノ磁石ノ距離ノ自乗ニ比例ス

**磁極吸引及排斥ノ理** 今一ノ磁石ヲ取り之ヲ二ツニ折レバ其二個ハ何レモ兩極ヲ具備スル二個ノ磁石ヲ得ベシ。其一ヲ取り再ビ之ヲ折ルモ其各部分ハ尙兩性ヲ有スルモノトナルベシ。之ヲ以テ考フルニ



上圖ノ如ク ns ナル兩極ヲ有スル無數ノ小磁石ヨリ成リ立ツモノニシテ其中間ニ磁力ヲ有セザルハ 相接スル兩端互ニ相平均シテ其ニ其力ヲ失ヒタルニヨル



**磁石ノ製法** 一個ノ磁石ヲ有スルキハ數個ノ磁石ヲ製スルヲ得ベシ

**第一 前條ノ理ニヨリ**一個ノモノヲ割リテ數個トナスヲ得ベシ

**第二 一ノ鐵棒或ハ馬蹄形鐵ヲ取り**之ニ已ニ磁氣ヲ有スル他ノ磁石ヲ接シテ數日間放置スルカ或ハ磨擦スベシ

**第三 電氣ニヨル法** コノ法ハ一ノ磁石ヲ有セズシテヨク磁石ヲ性スルヲ得ベシ其方法ハ後節ニ説クベシ

**鐵ノ性質ト磁氣** 凡テ鐵ハヨク磁氣ヲ受ケテ磁石トナリ或ハ磁石ニ引付ラル、ノ性質ヲ有スベシト雖モ其鐵ノ性質ニヨリテ差アリ

通常軟鐵ハ磁氣ヲ受クルヲ速ナレモ直ニ磁氣ヲ失フベシ之ニ反シテ鋼鐵ノ類ハ一度之ニ磁氣ヲ與フレバ久ク其力ヲ失フヲナシ

**磁力ノ單位** 二磁石互ニ相吸引シ或ハ互ニ相排斥スルカハ已ニ云ヘル如ク其距離ノ自乗ニ比例スベシ而シテ一個ノ磁石ニ於テハ兩極各互ニ相等シキ力ヲ有スルモノトス 磁力ノ單位次ノ如シ

同シ強ヲ有スルニツノ磁石ガ互ニ排斥シ或ハ吸引スルカガニツノ磁石ノ距離一センチメートルノ時一ダイムヲ以テ單位トス

**磁氣感應** 今一ノ磁石ヲトリ之ヲ以テ一片ノ軟鐵ヲ附着シタルママ其軟鐵ノ一端ヲ他ノ軟鐵ニ近クシテ初メノ軟鐵ハ自ラ磁石ノ如ク他ノ軟鐵ヲ吸引スベシ今モシ磁石ニ第一ノ軟鐵ヲ附着セシメテ其マ、之ヲ第二ニ近クシ第一ノモノ、端ニ其第二ノモノヲ附着セシメ更ニ其マ、第三

ノ軟鐵ニ近クシテ第二ノモノハ又第三ノモノヲ吸引スルノ力ヲ有スカクテ次々ニ數個ノ軟鐵小片ヲ相吸引セシムルヲ得ベシ然ルニ一度磁石ヲ第一ノ軟鐵ヨリ離セバ各軟鐵ハ亦他ヲ吸引スルノ力ナシ再ビ第一ノモノニ磁石ヲ近クシテ各邊又互ニ相吸引スルノ力ヲ有スルニ至ルコレヲ磁石ノ感應作用ト云フ

コノ感應作用ハ亦硝子紙等ノタメニ障害ヲ受ルヲナキモノトス

**地球磁氣** 一ノ棒磁石ヲトリ其中央ヲ支ヘテ自由ニ回轉スルヲ得セシムレバ常ニ南北ヲ指スベシ故ニ地球ハ一個ノ磁石ニシテ其南極ハ磁石ノ北極ニシテ地球ノ北極ハ磁石ノ南極ナリト見ルヲ得ベシ

**磁針ハ正シク子午線ニ合セズ** 磁石ヲ以テ方位ヲ知ルヲ得ルヲ已ニ知レタリ而シテコノ磁針ノ差ス方向ハ正シク地球子午線ニ合スルモノニアラズ常ニ日本ニアリテハ磁針ノ北極ハ眞正ナル北ヨリモ少シク西方ヲ指ス之ヲ磁石ノ方位角ト云フ

**磁石ノ傾斜** 一ノ磁氣ヲ有セザル鐵棒ヲトリ其中心ヲ支ヘテ水平ノ位置ニアラシムベシ。

今モシ一度之ニ磁氣ヲ與フレバ忽チ水平ヨリ平均ヲ失ヒ地球ノ北半球ニ於テハ磁石ノ北極シク下向スルヲ見ルモシ南半球ナラバ之ニ反ス之ヲ磁石ノ傾斜ト云ヒ傾斜ノタメ水平トナセル角ヲ傾斜角ト云フ

**方位角傾斜角ハ時々變更アリ** 地球磁氣ノ強サ毎ニ一定セズタメニ方位角及傾斜角ハ毎ニ變更ス其變更次ノ如シ



第一 晝夜ノ變更      第三 臨時ノ變更  
 第二 四季ノ變更      第四 永久ノ變更

大畧上ノ四原因ノタメニ毎ニ變更シツ、アルモノナリ

方位角及傾斜角ハ地方ニヨリ差アリ 方位角及傾斜角ハ地方ニヨリテ差アリ 蓋シ地方ノ緯度及地質之ガ原因タリ

重ナル地方ノ方位角及傾斜角次表ノ下シ  
 方位角ハ偏倚ト云フアリ

地名	方位角	傾斜角
東京	4°23'	49°2'
仙臺	5°15'	51°58'
函館	5°45'	55°32'
札幌	6°10'	57°10'
秋田	5°23'	53°32'
新潟	5°15'	51°57'
金澤	4°40'	49°50'
水戸	4°26'	49°50'
名古屋	4°30'	49°0'
京都	4°42'	49°9'
和歌山	4°30'	47°50'
高知	4°27'	47°14'
廣島	4°32'	49°25'
山口	4°30'	48°20'
長崎	4°22'	47°12'
佐世保	4°10'	47°24'
熊本	4°10'	46°46'

上ノ如クナルヲ以テ航海測量等ニ於テハ常ニ精密ナル表ニヨリ其地方ニヨリ方位角ヲ算スルヲ要ス

### 靜電氣

**發電** 一本ノ硝子棒ヲトリ之ヲ絹布等ヲ以テ摩擦シタル後紙片等ノ小ナル物體ニ近ヅクレバ此物ヲ吸引スルノ力ヲ有スベシ コレヲ硝子ヲ絹布ニテ擦シテ電氣ヲ發シタリト云フ

硝子ニ限ラズ其他大理石、琥珀ノ如キモ亦同様ニシテ電氣ヲ發セシムルヲ得ベシカクノ如クシテ發シタル電氣ヲ摩擦電氣ト云フ

**電氣ノ兩性** 電氣ニ二種アリ互ニ磁氣ノ兩極ノ如キ作用ヲナス今次ノ實驗ニヨリ之ヲ知ルベシ

輕キ質ノ小球例ハ接骨木等ヲ以テ作りタル小球ヲ細キ絹糸ニテ釣シ之ニ電氣ヲ帶ヘル硝子棒近ヅクレバ一度ハ硝子ノタメニ吸引セラレテ少時ノ後忽チ彼ニ飛去ルベシ今別ニ電氣ヲ帶ヘル硝子棒ヲ之ニ近ヅクルモ球ハ再ビ吸引セラレザルノミナラズ返テ斥カントスル力ヲ有スルニ反シ琥珀或ハ封蠟等ニ電氣ヲ帶ヘルモノヲ之ニ近ヅクレバ忽チ之ニ近ヅキ吸引セラル、ヲ見ルベシ

之ニヨリテ硝子ニ生ヅタル電氣ト琥珀等ニ生ヅタル電氣トハ其性質ヲ異ニスルヲ知ルベシ

硝子ニ起リタル電氣ヲ陽電氣ト云ヒ他ヲ陰電氣ト云フ而シテコノ二ツノ外如何ナル電氣モアルヲナシ

**電氣二性ノ關係** 陽電氣及陰電氣ニハ下ノ如キ關係アリ



第一 同種ノ電氣ハ相排斥シ

第二 異種ノ電氣ハ相吸引ス

陽電氣ヲ正電氣ト云フアリ之ヲ表スニ常ニ代數ノ正號 (+) ナ用フ

陰電氣ヲ負電氣ト云フアリ之ヲ表スニ常ニ代數ノ負號 (-) ナ用フ

電氣ノ導體及不導體 ヨク電氣ヲ導クモノト電氣ヲ導クノ割合少ナキモノトアリ

金屬 水 動物ノ體 炭素 酸類

等ハ電氣ヲ導ニ都合ヨキモノトアリ之ヲ良導體或ハ單ニ導體ト云フ 金屬ハ最モ良導體ナリ

硝子 毛 絹 樹脂 油 氷

等ハ電氣ヲ導クニ都合悪シキモノナリ之ヲ不導體ト云フ

一ツノ帶電體ヲ不導體ニ支ヘ全ク電氣ヲ他ニ傳達シ得ザル如クスルヲ絶縁スルト云フ

電氣ノ感應 一ノ不導體ヲトリ之ニ觸ル、 $\Gamma$ ナク帶電體ヲ近ヅクレバ他端ハ丁度其帶電體ト同質ノ電氣ヲ有スルニ至ルベシ而シテ帶電體ヲ遠クレバ其他端ニ起リタル電氣モ又力ヲ失フニ至ル之ヲ電氣ノ感應作用ト云フ

電氣火花 ニツノ異リタル電氣ヲ近ククレバ小音ヲ立テ、電光ヲ發スベシ之レヲ電氣ノ火花ト云フ 雷ハ此理ニ異ナラス即空中ニ於テ種々ノ原因ノタメニ陽性電氣ヲ生シテ地球ノ有スル陰性電氣ト相吸引セントシタメニ爆聲ヲ發シ電光ヲ發スルモノナリ

電氣ハ物體ノ外面ニ存在ス 實驗上電氣ハ常ニ筒等ノ如キ物體ノ内面ニ至ラズ必ズ其外面ニノミ擴ガ

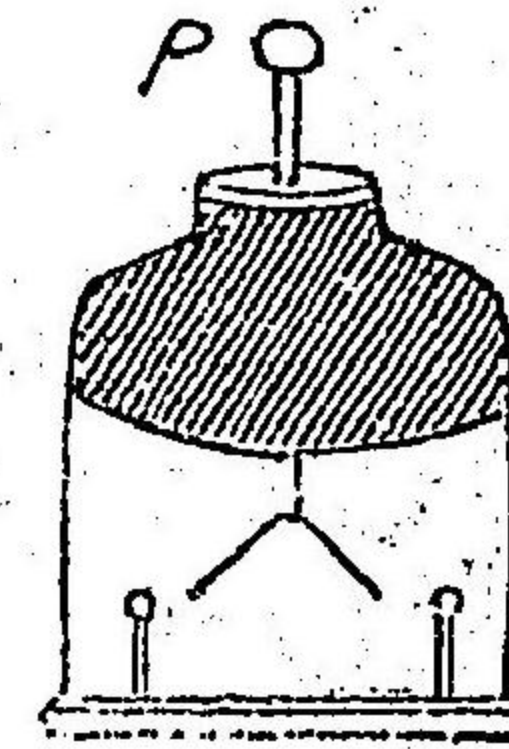
ルモノナルヲ知ル

電氣ハ物體ノ尖端ニ集マル 電氣ハ常ニ物體ノ尖端ニ集マラントスル傾向ヲ有ス 例バ球子ノ如キモノニ電氣ヲ帶バシムレバ太キ方ニハ殆ド電氣ヲ有セズ其細キ方ニノミ集マルノ性質ヲ有ス

又電氣ガ一物體ヨリ他物體ニ移ルモ成ル可ク其尖端ヨリセントスルモノナリ

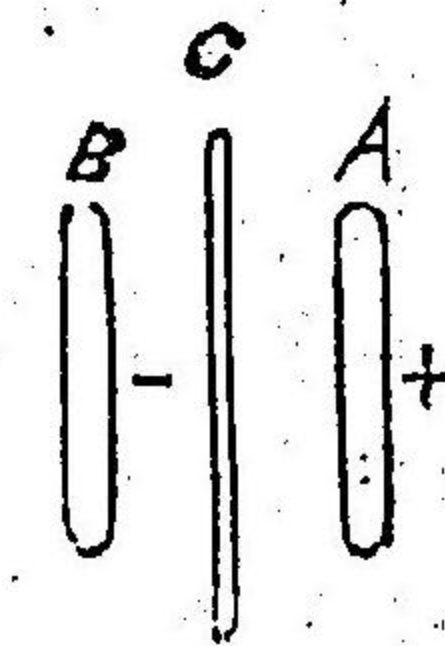
電氣計 電氣ノ有無及其強弱ヲ則ルニ用フ通常下圖ノ如キモノナリ

一ノ硝子壺ノ口栓ヲ貫キテ一本ノ棒ヲ挿入シ其上端ニハ金屬ノ小球ヲ有シ下端ニハ二枚ノ金箔ヲ下グ 又壺ノ底ハ金屬ニテ製シ其ニ二本ノ金屬ノ棒ヲ立テ其上端ニハ各小球ヲ有スベシ但シ此金屬ノ小球ハ金箔トソレソレ相對スルモノトス



今Pナル上部ノ球ニ發電體ヲ近ククレバ二枚ノ金箔ハ何レモ感應作用ニヨリ各同種ノ電氣ヲ帶アルニ至リ互ニ相反スベシ 其開キノ大小ヲ以テ電氣ノ有無強弱ヲ知ルヲ得ベシ

電氣蓄 A B ナル金屬板ヲ相對シテ置キ其中間ニ C ナル硝子等ノ不導體ヲ置ク 今 A 或ハ B ニ發電體ヲ近ヅケ或ハ接スレバ他方ノ金屬板ハ感應作用ニヨリ之ト反對ノ電氣ヲ帶アルニ至ルベシ

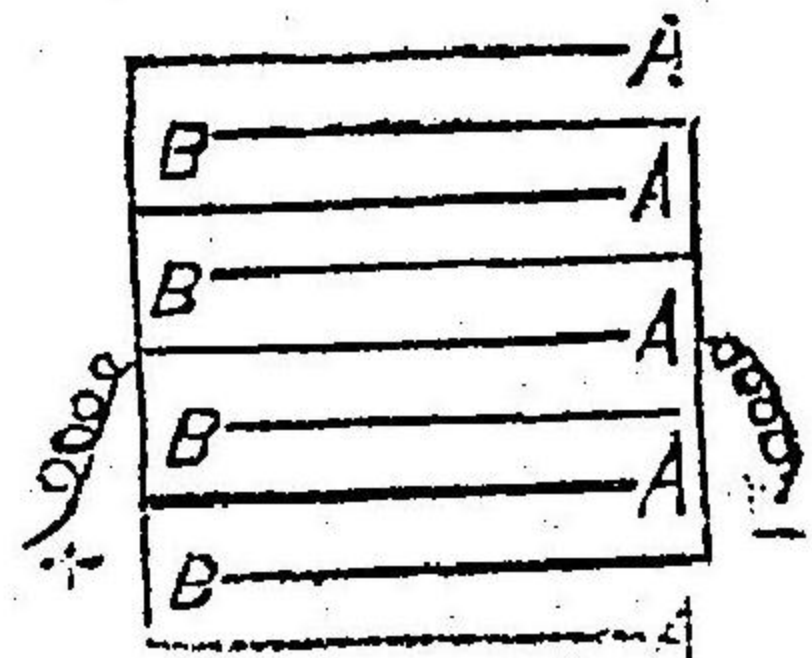


今モシ A ニ正電ヲ帶バシムレバ B ハ負電氣ヲ帶アルニ至リ他ノ導體ヲ以テ A B ナリ接續スルカ或ハ



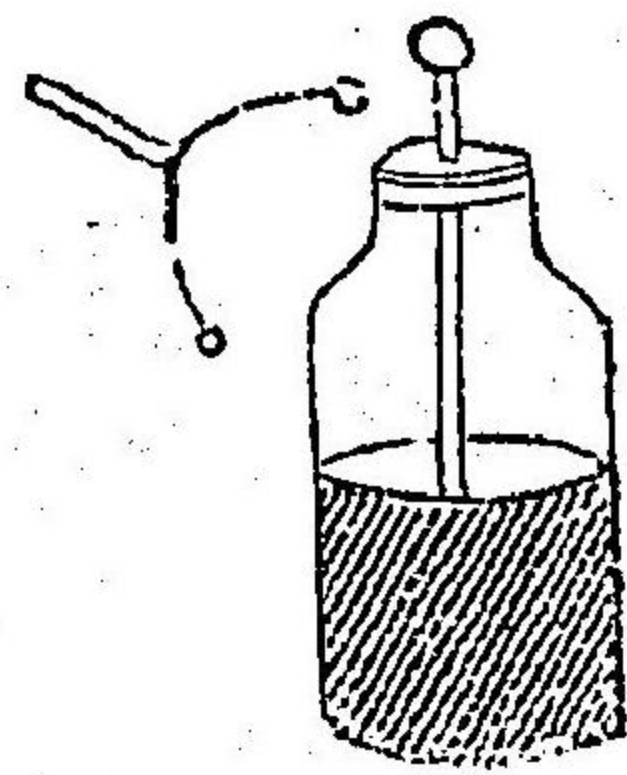
C 板ヲ取除クルマデハ電氣消滅スルヲナシ

今モシ前ノ如ク金屬板ト不導體ヲ交番ニ數組ヲ置ク并ハ多量ノ電氣ヲ蓄フルヲ得ベシ圖ノ如ク AA ナル金屬板ハ之ヲ連子テ一組トナシ又 BB ナル金屬板モ之ヲ連子テ一組トナス之ヲ圖ノ如ク相對シテ置キ其間ヲ互ニ接觸セザル様



不動體ヲ置ク通常之レニ用フル不動體ハ雲母(きらら)ナリトス

れいでん壘 コレモ電氣蓄ノ一ナリ下圖ノ如シ一ノ硝子壘ノ底ヨリ深サ凡ソ半過マデ内外共ニ錫泊ヲ以テ包ミ上部ハ硝子ヲ露出ス 又壘ノ口ニハ木栓ヲ以テシ之ニ上部ヲ球形ニナセル金屬ノ棒ヲ立テ其下部ハ内面ノ錫泊ニ觸レシム



今之ヲ外部ノ錫泊ノ所ヲ手ニテ持テ上部ノ球ヲ發電機ニ觸レシムレバ陽電氣ハ壘ノ内部ニ他ハ外部ニ集マル但シコレ常ニ硝子板等不導體ノ上ニ置クベシ

之ヲ放電センニハ前圖ニ示セル如ク大キ針金ヲ曲ゲ其兩端ニ金屬球ヲ附シ又硝子ノ柄ヲ附ス 今之ヲ以テ其一球ヲ壘ノ外面ノ錫ニ觸レシメ他端ヲ上部ノ球ニ近ヅクレバ忽チ火花ヲ發シテ放電スベシ

コノ壘ヲ數個外面ハ外面ト上部ノ球ハ球ト連結スレバ隨分強勢ノ電氣ヲ蓄フルヲ得ベシ

發電機 其構造種々アリト雖モ大略下ノ如シ

硝子ノ圓板ヲ自由ニ回轉スルヲ得セシメ又此硝子面ヲ摩擦スルタメニ二個ノ皮ヲ硝子ニ押付ク皮ノ面ニハあまゝがむ即錫ヲ水銀ニ溶シタルモノヲ塗附スベシ

硝子ヲ回轉スレバ其面ハコノ皮ト摩擦シコノニ摩擦電氣ヲ發ス

別ニ硝子板面ニ近ク殆ドスレスレニ金屬製ノ掃帚ノモノヲ置ケバ板面ニ生シタル電氣ハ其齒ヨリ導カレテ隨意ノ場所ニ傳達スルヲ得ベシ

通常發電機ヲ以テ起シタル電氣ハ直ニ實驗ニ共スルカ或ハれいでん壘ニ蓄フルモノトス

電氣盆 一ノ金屬ノ圓板或ハ盆ヲトリ其上ニ丁度之ニ的スル封蠟ノ圓板ヲ置クベシ 別ニ前ヨリハ稍小ナル金屬ノ圓板ヲトリ其中央ニ硝子或ハ封蠟ノ柄ヲ附ス

今モシ盆ノ封蠟ヲ毛皮ヲ以テ摩シ或ハ打ツ時ハコノニ陰電氣ヲ發スベシ コノニ於テ金屬板ヲ其上ニ置キ其外部ヨリ一寸指頭ヲ之レニ觸ルレバ陰電氣ハ分解シテ感應作用ニヨリ此盆ニハ陽電氣ヲ生ズベシ

電雷 摩擦電氣ハ其性急劇ナルヲ以テ長ク之ヲ蓄ヘ或ハ少シツ、續發セシメテ物ノ用ニ共スル等極メテ難シカク急劇ナル性ヲ有スルヲ以テ電氣互ニ相吸引スルノ際ニハ熱ヲ起シ火花ヲ發ス

空氣ハ其動搖ノタメ或ハ其他ノ原因ニヨリ電氣ヲ起シ之ノ電氣ガ地球ニ含メル陰電氣ト或ハ空中ノ陰陽兩性電氣互ニ相吸引セントシコノニ爆聲ヲ發シ光花ヲ發ス 光花即電光ニシテ爆聲即雷ナリ

蓋シ電氣火花ヲ發スルヤ非常ニ高熱ヲ生ズルヲ以テ其



周圍ノ空氣ハ熱ノタメニ急膨脹シ其劇動ノタメニ爆聲ヲ發スルモノナリトス

**避雷針** 尖端ヲ有スル金屬ノ棒ヲトシ之ヲ高所ニ立テ其下端ヨリハ針金ヲ連結シテ其針金ノ一端ヲ井中或ハ池中等ニアル大ナル銅板ト連結ス 今モシ空中ニ電氣起レバ其電氣ハ直ニ棒ノ尖端ヨリ針金ヲ傳テ地中ニ至リコトニ地球電氣ト平均シテ無事ナルヲ得ベシ ツマリ空中電氣ノ急劇ニ他ノ電氣ト吸引セントスルヲ完全ナル導體ヲ以テ地中ニ導キ以テ其急劇ノ他用ヲ防止スルニアリ

棒ノ上尖端ハ空中ニアリテ常ニ酸化セザルタメニ白金ヲ以テ製スルヲ要スベシ且其他ニ於テモ其設置ノ法不完全ナルハ却テ電氣ヲ導キテ危險ナルヲアリ

### 流動電氣

**電流** 流動電氣ハ其性靜電氣ノ如ク急劇ナラズ針金等ノ導體ヲ傳テ徐々ニ一定ノ方向ニ向ツテ流ルコトヲ電流ト云フ

電流ノ起ルヤ丁度水ガ高所ヨリ低所ニ向テ流ルニ等シク常ニ其電力ノ高キモノヨリ低キモノニ向テ流ル其電力ノ高キモノヲ高電位 低キモノヲ低電位ト云フ

**電流ノ作用** 電流ガ一ノ導體例バ針金ヲ傳ハル際ニハ種々ノ現象ヲ生ズ 其一ニ記スレバ

**第一** 電流ノ通ズル導線ヲ磁針ノ近クニ持來レバ磁針ハ忽チ傾斜ヲ起スベシ 而シテ其導線ヲ其マ、反對ニ向レバ磁針ハ亦反對ノ方ニ傾斜スベシ

**第二** 電流ヲ通ズル導線ヲ或ル一點ニテ切り放セバ電

流ハ忽チ止ムベシ コノ切タル兩端ヲ接續スレバ電流ハ再ビ通フトナルベシ

**第三** 電流ノ通ズル導線ハ其周圍ニ磁氣ヲ生ズ

**第四** 電流ノ通ズル導線ヲ切り其兩端ヲ兩手ニテ別々ニ持テバ一種ノ感覺アリ

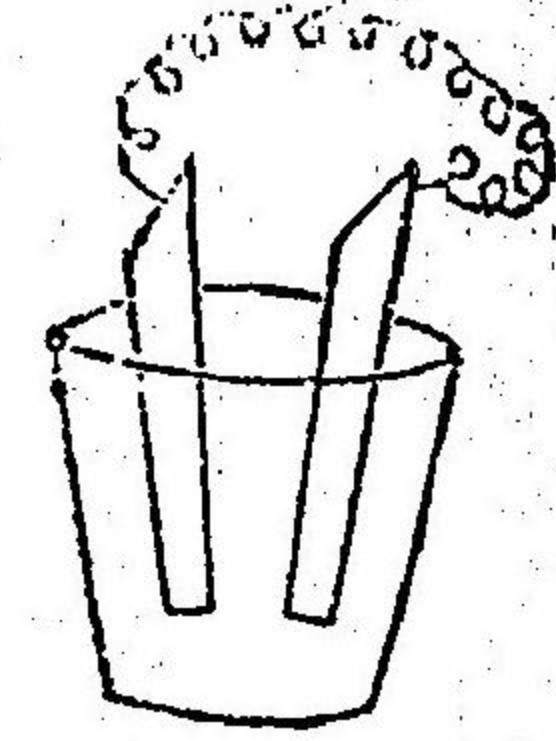
**第五** 切り放シタル兩端ヲ近ヅクレバ火花ヲ發ス

**第六** 一ノ細キ導線ヲ通レバ漸ク熱ヲ發ス

以上ノ現象ニヨリ電流ノ有無ヲ知ルヲ得ベシ

**電流ヲ起ス法** 其法種々アリト雖モ先ヅ化學作用ニヨリ電流ヲ起ス法ヲ記サン

一ノ硝子コップノ取り少量ノ流酸ヲ混シタル水ヲ入レ之ニ銅板ト亞鉛板トヲ相近ヅケテ置クト圖ノ如シ 但シ相觸レザル様注意スベシ 次ニ一ノ針金ヲトリ其兩板ヲ連結スレバコノ針金ニハ電流ヲ生ズベシ



今コノ針金ヲ中間ニ於テ切り放テバ電流ハ中止スベシ コレヲ接スレバ再ビ電流ヲ通ズ

コノ如キ針金ヲ電路ト云ヒ針金ヲ切り放シタル兩端ヲ極ト云ヒ其兩端ヲ接續スルト電路ヲ閉ヅルト云フ 又此全體ノ裝置ヲ電池ト云フ

**電流ノ方向及兩極** 電流ハ常ニ銅板ヨリ出テテ電路ヲ通り亞鉛板ニ向フモノトス

銅板ヲ連結スル針金ノ端ヲ陽極ト云ヒ (+) ナル符號ヲ以テ表シ亞鉛ヲ連結スル針金ノ端ヲ陰極ト云ヒ (-) ナル符號ヲ以テ表ス

**電池** 單ニ稀硫酸中ニ亞鉛ト銅板トヲ置キタルノミ



ニテモ電氣ヲ起シ得ベシト雖モ其電力極テ弱ク且其作用久シク續クベカラサルヲ以テ各種ノ藥品ヲ以テ種々ノ電池ヲ作ル良好ナル電池ハ下ノ要件ヲ具備スルヲ要ス

第一 起電力大ナルヲ 起電力トハ其電池ニ起リタル所ノ電氣ノ量ナリ其單位ヲぼると云フ

第二 内部抵抗小ナルヲ 内部ニ於テ抵抗(抵抗ノトハ後ニアリ)大ナレバ外部ニ出ヅル電力隨テ弱クナルノ理ナルヲ以テ可成内部抵抗ノ小ナルヲ要ス

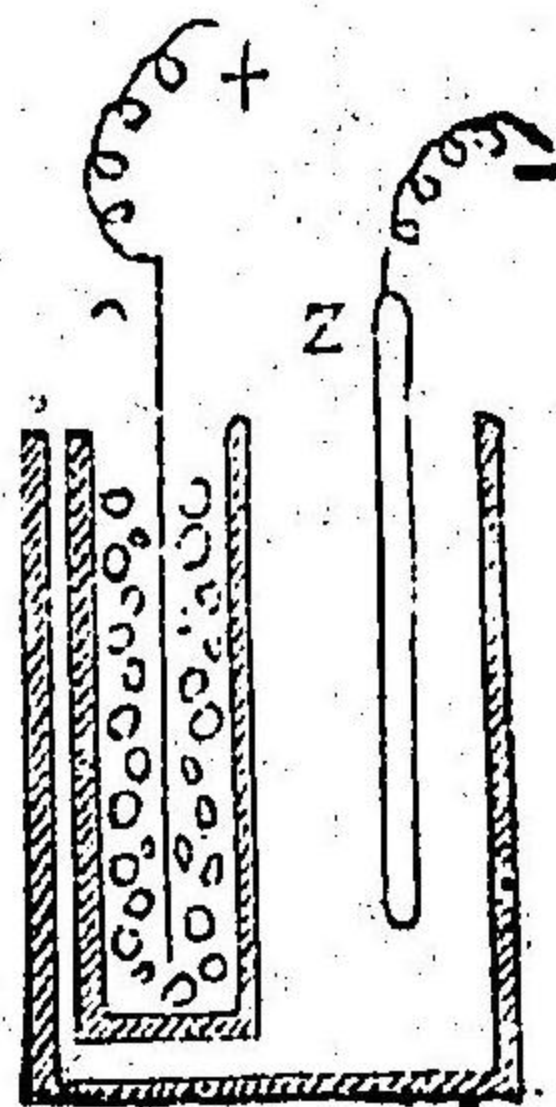
第三 極部作用ナキヲ 極部作用トハ電池ニ用ヒタル金屬例バ亞鉛板不純ニシテタメニ其板面ノ一極部ニ於テ別ニ電氣ヲ起シ外部ノ電流ニマテ害ヲ及ボスモノナリ之ヲ防グニハ通常亞鉛板ニ水銀ヲ塗り付ケ置クナリ之ヲ**あまるかむ亞鉛**ト云フ

第四 成極作用ナキヲ 酸液ノタメニ作用サレタル亞鉛板等ヨリ發スル水素瓦斯次第ニ電池内ニ蓄積シテ其化學作用ヲシテ不充分ナラシメ從テ電流ヲ衰ヘシムルヲ云フ之ヲ防グニハ遊離水素ニ逢テ直ニ分解シテ水ヲ生シ同時ニ藥液ヲ濃厚ナラシムルガ如キ藥品ヲ用フ例バ 鹽化あんにん

にん、硫酸銅等ヲ用フルガ如シ  
其他費用少キヲ取扱簡便ナルヲ等モ  
又必要ナル條件トス

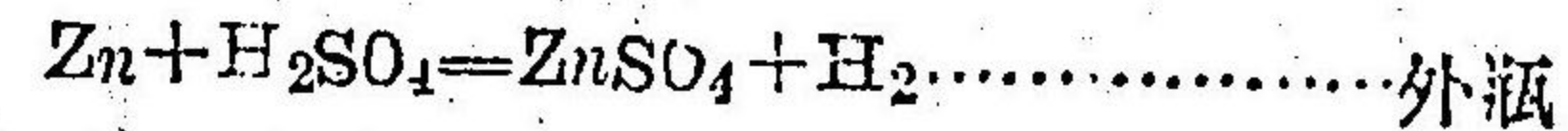
各種ノ電池 今重ナル電池ノ製法ヲ記スベシ

第一 だにゑる電池 圖ハ其側面ヲ表スCハ銅板ニシテ之ヲ素燒筒内ニ置キ其周圍ニ硫酸銅ノ小粒ヲ入ルルヲ圖ノ如



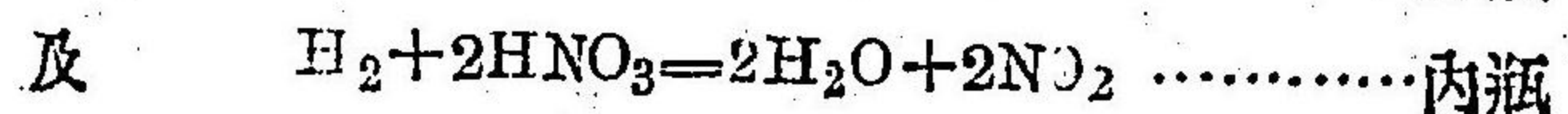
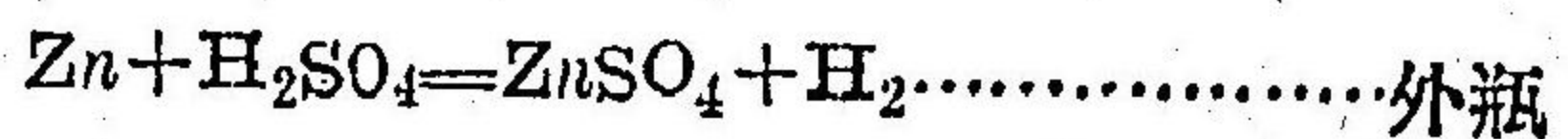
シコノ素燒筒ヲ内瓶ト云フ コレヲ更ニ大ナル硝子或ハ磁製ノ瓶中ニ入レ其側ニ亞鉛板ヲ置ク 次ニ内外兩瓶ニ水ヲ入レ數時放置スレバ電氣ヲ起スニ至ルベシ

其理次ノ如シ 即内瓶内ノ硫酸銅漸次溶解シテ外部ニマテ及ボシ其稀硫酸ノタメニ亞鉛ハ溶解シテ水素瓦斯ヲ生シ此際電氣ヲ發ス、水素及電氣ハ共ニ素燒筒内ニ入り水素ハ硫酸銅ヲ分解シテ水、硫酸及銅ヲ生シ銅ハ銅板ニ附着シ電氣ハ銅板ヨリ外部ニ出ヅ 此電池ハ成極作用少ナク且費用最モ廉ナリ起電力ハ1.8ぼると位ナリトス其化學反應式ハ



第二 ぶんせん電池 だにゑる電池ニ同シ其外瓶ニハ稀硫酸及亞鉛ヲ置キ内瓶ニハ濃硝酸及炭素板ヲ置ク 炭素板ヨリ出ヅル針金ハ陽極ニシテ亞鉛板ヨリスルモノハ陰極ナリ コノ電池ハ起電力高ク通例ノモノニテ1.8ぼると位ヲ有スレバ長時間其力ヲ續クルヲ能ハズ且劇藥ヲ用ヒ有毒瓦斯ヲ發スルノ不利アリ

故ニ理學實驗等小時間強電流ヲ有スルキニ用フ 其化學反應式ハ

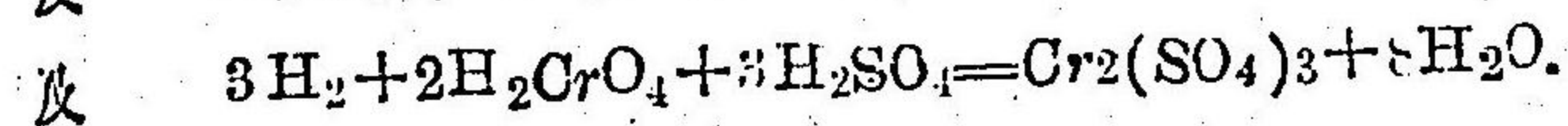
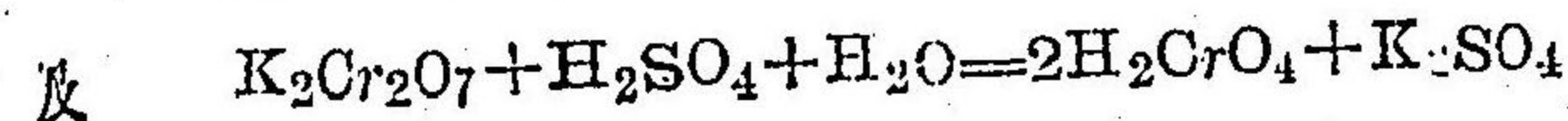
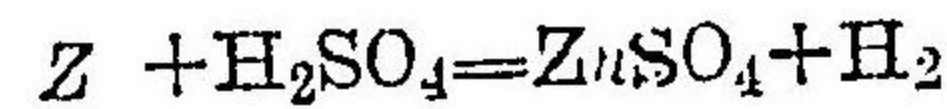


第三 ぐるーぶ電池 ぶんせん電池ノ炭素板ニ代フルニ白金板ヲ用フ其他少シモ異ナルヲナシ

第四 重ぐるーぶ酸加里電池 此電池ハ内外兩瓶ヲ用フルモノト用ヒザルモノトアリ 其内瓶ヲ用フルモノニアリテハ内瓶ニハ炭素板ト重ぐるーぶ酸加里ヲ置キ外瓶ニハ

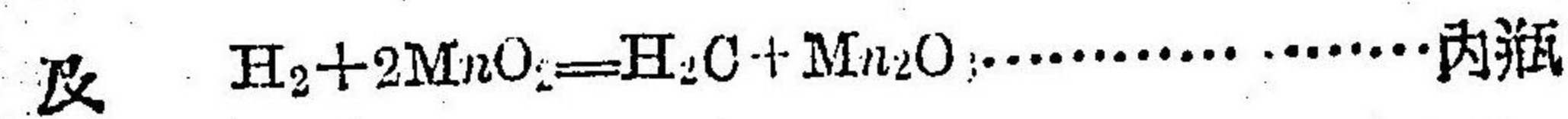
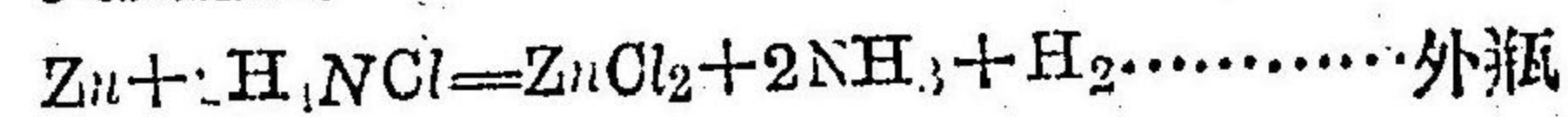


稀硫酸及亞鉛板ヲ置フ 内瓶ヲ用ヒザルモノニアリテハ重  
 くる一ヒ酸加里ヲ稀硫酸中ニ混シ之ニ炭素板ト亞鉛板トヲ  
 相接解セザル様注意シテ相對シテ浸スベシ 其炭素ヨリ出  
 ズル線ハ陽ニシテ他ハ陰極ナリ其化學式ハ



コノ電池ハ起電力 1.9 ぼると位アリ長時間使用スルヲ得ズ

**第五** れくらんしい電池 内瓶ニハ炭素棒及其周圍ニ  
 炭素及二酸化まんがんノ粒ヲ入レ外瓶ニハ亞鉛棒及ビ鹽化  
 あんもにあノ水溶液ヲ入ル 或ハ内瓶ヲ用フル代リニ炭素  
 及酸化まんがんノ混合物ニ強壓ヲ加ヘテ固メタル板ヲ炭素  
 棒ニ結ビ付ルアリ 此電池ニテ炭素棒ヨリ出ヅル導線ヲ  
 陽極トス其反應式ハ



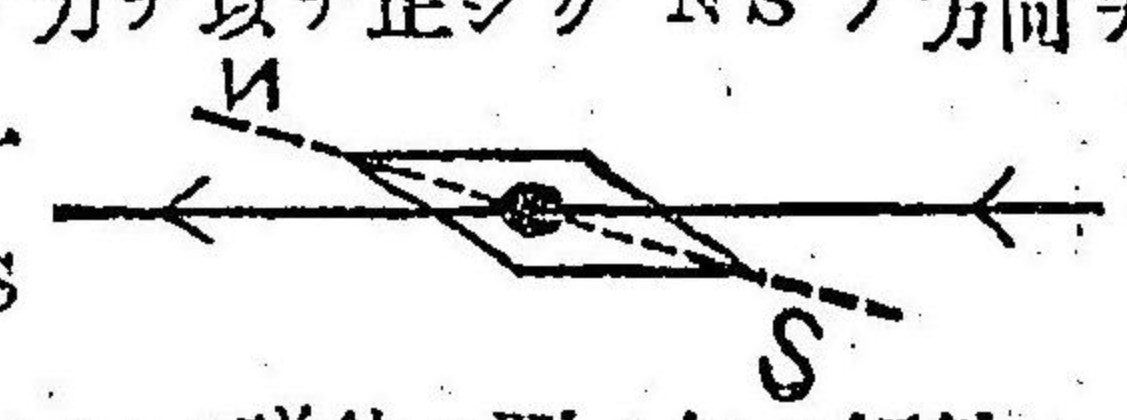
此電池ハ長時間使用スレバ其電力次第ニ衰フベシト雖モ少  
 時其電路ヲ開放シ置ケバ舊ニ復ス呼鈴等ニ多ク使用ス其起  
 電力大抵 1.5 ぼると位ナリトス

以上ノ外電池其種數甚ダ多シ

又強力ノ電力ヲ得ントスレバ數個ノ電池ヲ連結スベシ 但シ  
 其陽極ハ陽極及ビ陰極ハ陰極ニ連結スル法ト交互ニ第一ノ  
 陽極ヲ第二ノ陰極ニ第二ノ陽極ヲ第三ノ陰極ニトカケノ如  
 クスル法ト二法アリ 其用フベキ場合ニヨリテ差アリ

電流ノ諸完則

**電流ノ強サ及單位** 電流ヲ通スル導線ヲ磁針  
 ニ近ヅクレバ磁針ハ忽チ感動シテ其方向ヲ變ズベシ 例バ右  
 圖ノ如ク初メニ磁針ハ自己ノ力ヲ以テ正シク NSノ方向ヲ  
 取り居タリトシ之ト平行ニ一  
 條ノ針金ヲ其上ニ持チ來リ S



ヨリ Nノ方ヘ電流ヲ通セシムレバ磁針ハ圖ノ如ク傾斜スベ  
 シ而シテ電流強大ナレバ其傾斜ノ度ハ益大ナリトス

電流ノ單位ハ之ヲ**あんへあ**ト云フ

**導線ノ抵抗及其單位** 電氣ガ或ル導線ヲ傳ハ  
 リテ遠方ニ行クニ其線長クナレバ 益其力ハ次第ニ弱ナルベ  
 シコレ導線ハ電氣ノ流通ニ抵抗スルヲ以テナリ 而シテ實驗  
 上同質ニテ造リタル導線ノ抵抗ハ

第一 其導線ノ大サノ半徑ノ自乗ニ反比例シ

第二 其長サニ比例ス

抵抗ノ單位ハ其切口一平方ミリめ一とる長サ百〇六ミリめ  
 一とるノ溫度零度ニ於ケル時ノ水銀柱ノ抵抗力ヲ以テ單位  
 トシ之ヲ**おーむ**ト云フ

**起電力及其單位** 起電力ガ電池内化學作用ノ如  
 何ニヨリテ 差アリ水ヲ遠方ニ送ルニ用スル所ノ壓力ト云フ  
 ガ如ク電氣ヲ導線ヲ傳ヘテ送ルニ要スル所ノ壓力ナリ 其單  
 位ハ**ぼると**トス

**三種單位ノ關係, おーむノ定則** 三種ノ單  
 位ニハ次ノ如キ關係ヲ有ス

起電力一ぼるとノ電流ガ一**おーむ**ノ抵抗ニ達ヒタル時



ノ電流強サ一あんべあナリト云フ

コレヲ次ノ式ニテ表ス

式中 C ナあんべあ F ナぼると R ナ抵抗トスレバ

$$C = \frac{E}{R}$$

コレニヨリ 電流ノ強サハ起電力ニ正比例シ抵抗ニ反比例スルヲ知ル 之ヲオームノ定則ト云フ

くうろん及じうる 電量及電氣仕事ノ單位ナリ 即チ下ノ如シ

第一 一あんべあノ力ヲ以テ一秒時間ニ或ル電路ノ一點ヲ通過スル電氣ノ量ヲ一くろんとシ 之ヲ電量ノ單位トス

第二 起電力ヲ一ぼるとトシ一くろんノ電力ノナス仕事ヲ一じうるト云フ

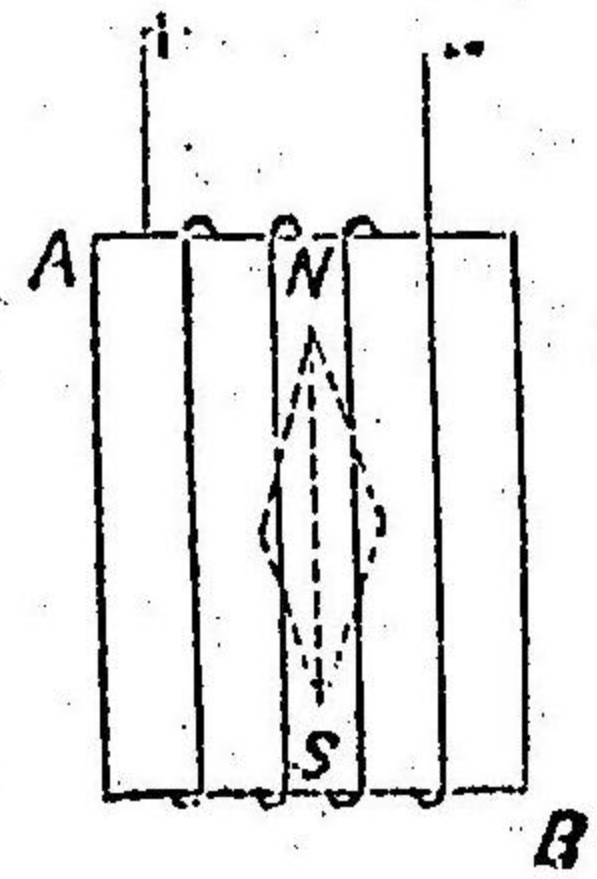
第三 起電力一ぼると電流ノ強サ一あんべあナルキ其仕事ヲ一わつとト云フ

電流計 電流ノ強弱大小ヲ測定スルニ用フル器ナリ其製種々アリ

第一 一個ノ磁針ヲトリ其一端ヲ他端ヨリハ少シク重クシ之ヲ中心ニ於テ垂直ニ懸リ 但シ自由ニ回轉シ得ベシ

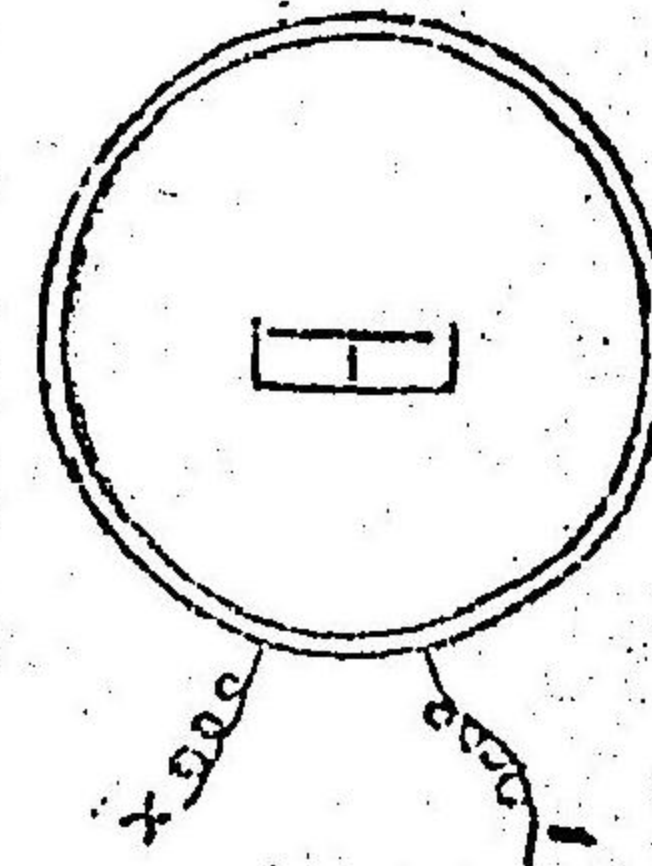
次ニ此針ト平行ニ導線ヲ數回圍ラスル

圖ノ如シ AB ハ木又ハ紙其他電氣ノ不道體ニテ製シタル框ニシテ之ニ絹ヲ以テ包ミタル針金ヲ數十回巻付クベシ框ノ内部ニハ前記磁針アリ 已ニ垂直ノ位置ヲ取ル而シテ之ヨリツ、キタル指針ニヨリ其傾斜ノ度ヲ知ラシム



今モシ針金ニ電氣ヲ通ズレバ磁針ハ傾クベク 其度ノ大小ニヨリ電力ノ強弱ヲ測定シ得ベシ

第二 正切電流針ハ圖ノ如ク圓狀ノ框ニ絹ヲ以テ包ミタル導線ヲ數回捲キ付之ヲ縱直ニ置ク又其中央ニ一ノ小ナル圓キ函アリテ其中ニ極テ小ナル磁針アリ其針ノ中心ハ直シク前ノ圓圈ノ中心ト合セシム



先針ノ方向ト圈ノ方向ト同一平面内ニアラシメテ 之ニ其導線ノ兩端ヨリ電氣ヲ送ルキハ針ハ傾斜スベシ 今圈ノ直徑ヲ R 導線ノ巻キタル數ヲ n トシ磁針ノ傾斜角ヲ  $\theta$  トシ其磁針ガ原位ニ復セントスル力ヲ M トスレバ其電流ノ強サ C ハ

$$C = \frac{MR}{n\pi} \tan \theta$$

ヲ以テ表スヲ得ベシ

抵抗ニ關スル算式及抵抗率 電氣抵抗ハ各物質皆等シカラズ各物質ニ於ケル抵抗率下ノ如シ

銅	1570	白金	8981
銀	1492	鐵	9636
錫	13100	鉛	19456
金	2041	水銀	94340
亞鉛	5580	洋銀	20760

一物質ノ抵抗已ニ云ヘル如ク長サニ正比例シ 太サニ反比例スベキニヨリ 測定セントスル物體ノ抵抗率ヲ  $m$  トシ其長サ L 半徑ヲ r トスレバ其抵抗ハ



$$R = m \times \frac{L}{r^2}$$

ナル式ヲ以テ表スヲ得ベシ

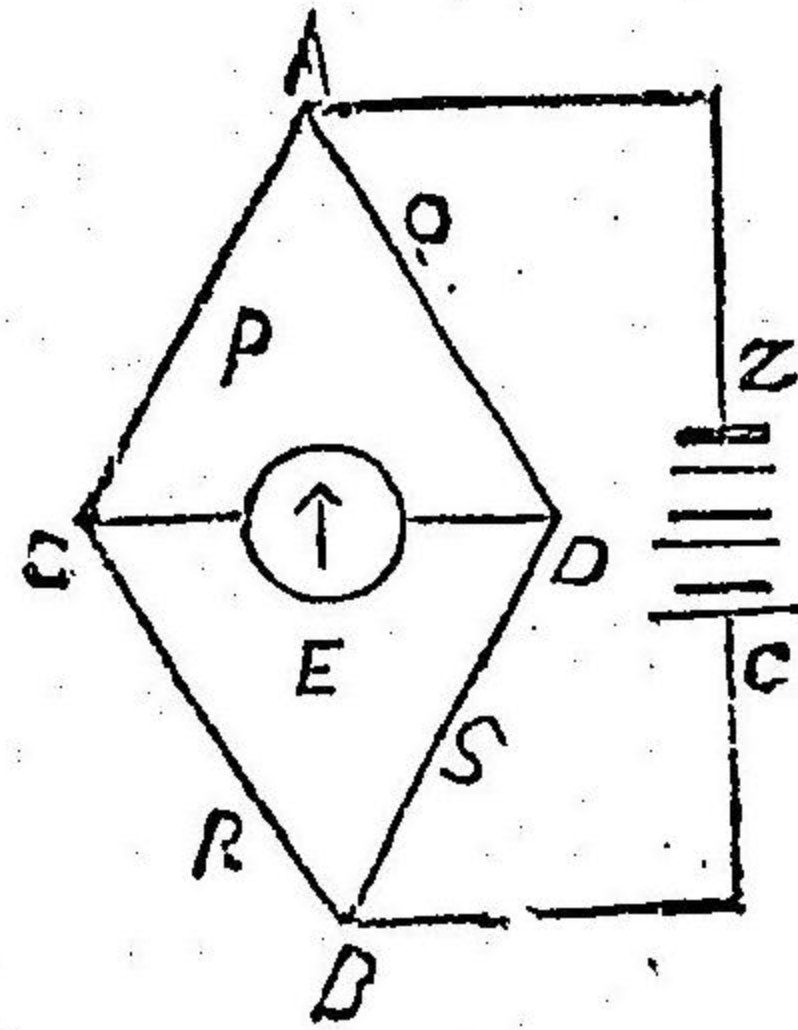
甲ヨリ乙ニ達スル電路數條アリ 今之ヲ一本ノ線ヲ以スルニ各電距ノ抵抗ヲ  $r, r', r''$  トスレバ之ニ代フベキ一條ノ電距ノ抵抗  $R$  ハ

$$R = \frac{1}{\frac{1}{r} + \frac{1}{r'} + \frac{1}{r''}}$$

ナル式ヲ以テ表シ得ベシ

**抵抗測定法** 或ル電路ノ抵抗ヲ測定セントスルニ下ノ法方ヲ最モ便トスコレヲホイットソンノ電橋ト名ク

$AD, AC,$  及  $BC$  ハ各其抵抗ヲソレソレ  $P, Q, R,$  トシ何レモ已知トス  $BD$  線ハ今測定セントスル電路ニシテ之ヲ  $S$  トス  $CD$  ノ間ニハ電流計ヲ置キ  $ZC$  ハ電池トス 今  $R$  ヲ種々ニ加減シテ  $E$  ナル電流計零度ヲ指スニ至レバ



$$S = R \times \frac{Q}{P}$$

ナル式ヲ以テ  $S$  ナル電路ノ抵抗ヲ測定シ得ベシ.

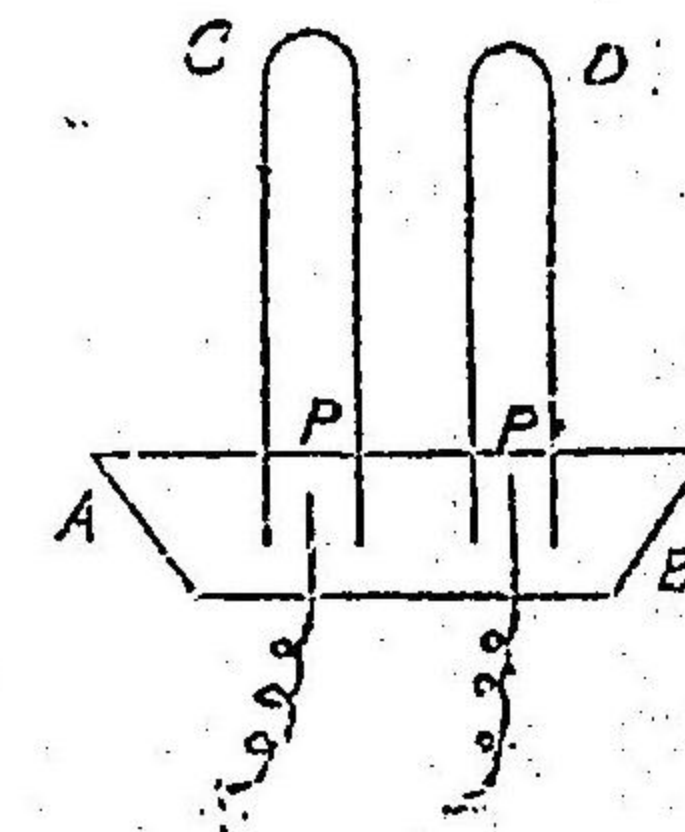
其他種々ノ法アレテ其原理皆相等シ

### 電氣ノ化學作用

**電氣分解** 水ニ電氣ヲ通ズレバ分解シテ水素及酸素ヲ生ズベシ其他硫酸銅ニ電氣ヲ通ズルモ 硫酸及銅ヲ生ズ

ベシ 之ヲ電氣分解ト云フ電氣分解ヲ行フニハ必ズ其分解セントスル物質ヲ液狀ニナシ置クヲ要ス 水, 硫酸銅水溶液等ノ如ク電氣ヲ以テ分解シ得ルモノ之ヲ可電解物ト云フ油等ノ如ク電氣ヲ導ラザルモノハ分解セズ又水銀等ハ電氣ノ良導體トリト雖モ既ニ元素ナルヲ似テ分解シ得ザルヲ勿論

**水ノ分解**  $AB$ ナル皿ノ底ヨリ  $PP'$ ナル白金板二枚ヲ出シ之ニ電池ノ兩極ヲ接続ス又皿ニハ電流ノ逆シ易キタメニ少量ノ硫酸ヲ混ツタル水ヲ入レ  $C, D$ ナル管ニモ同ツ水ヲ滿テ之ヲ倒立シテ  $PP'$ ヲ各別ニ其管内ニアラシムベシ 然ルニハ



水ハ電氣ノタメニ分解シテ陽極ノ方ニハ酸素池ニ水素ヲ生ズベシ

其他ノモノモ又之ト同様ノ方法ヲ以テ分解スルヲ得ベシ 例バ硫酸銅ノ溶液ハ分解セラレテ銅ハ陰極ニ集マルベシ

**電氣分解ニ關スル法測** 實驗上下ノ法測ヲ得タリ

第一 同一物質ニアリテ分解サレタル量ハ時間ノ長短ニ比例シ

第二 電力ノ強弱ニ比例ス

上ノ法測ニヨリ電氣ノ強サヲ測定スルヲ得ベシ コレヲ變るヲ計ト云フ一物ニ同時分解シタル量ニヨリテ測定ス

又上ノ法測ニヨリテ電燈會社等ノ電氣使用ヲ測定スルノ用ニ共ス 即分解ノ多少ニヨリ其電力ヲ送リタル時間ヲ測ルナリ







ヲ用フ

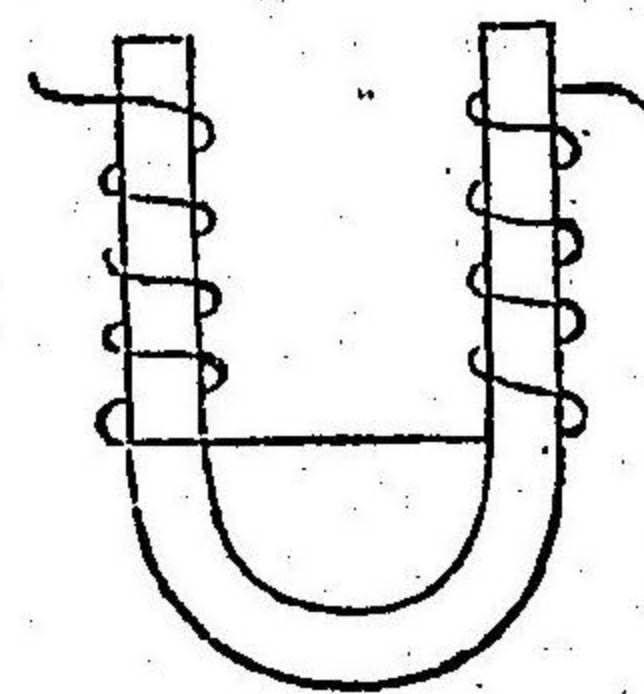
今モシ針金ノ長サヲ  $L$  トシ其絹ニテ包タル半徑ヲ  $r$  トシ木管ノ半徑ヲ  $R$  トシ巻タル回數ヲ  $n$  トスレバ

$$L = 2 \times (R + r) \times \pi \times n$$

ヲ以テ  $L$  ノ畧數ヲ得ベシ 但シ  $\pi = 3.1416$  トス

**電磁石** 一本ノ軟鐵棒ヲトリ之ヲ紙ニテ巻キ尙其上ヲ絹ニテツミタル銅線ニテ數十回巻キ或ルているノ中央ノ穴ハ軟鐵棒ヲ差入レ銅線ノ兩端ヲ電池ト接続スルハ

コノ軟鐵ハ強力ナル磁石トナルベシコレヲ電磁石ト云フ電磁石ハ電流ヲ止ムレバ磁氣ハ殆ド失フモノトス 通常ノ電磁石ハ右圖ノ如ク U 字形ニナス



電磁石ノ強サハ

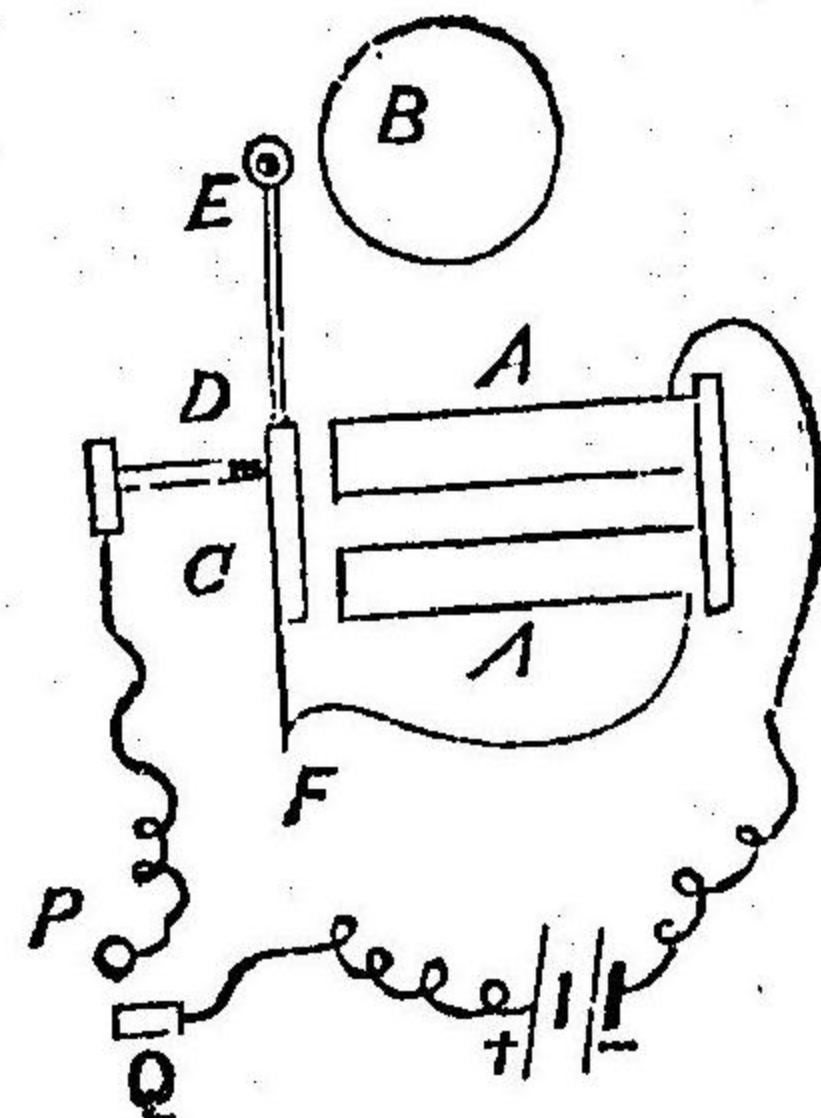
第一 銅線ノ長ニ正比例シ

第二 通ズル電氣ノ強サニ正比例ス  
電氣ノ機械ハ大抵電磁石ノ應用ナリトス

**電氣呼鈴** 其構造右圖ノ

如シ

$A$  ハ電磁石ニシテ之ニ巻付タル線輪ノ一端ハ電池ニ通シ他ノ一端ハ  $F$  ニ連ヌ  $F$  ハ彈力アル金屬ニシテ常ニ  $C$  ヲ  $A$  ナル磁石ヨリ引離シテ  $D$  ナル釘ノ尖端ニ接觸セシム  $D$  ハ軟鐵ナルヲ以テ  $A$  ガ磁氣ヲ有スレバ引付ラレ其端ニ有スル鐘  $B$  ニヨリテ鈴  $B$  ヲ打ツ 電池ノ一端ハ  $Q$  ニ結ビ  $D$  ヨリ出ヅル銅線ハ  $P$  ニ



連ナル

今モシ  $P$  ト  $Q$  ヲ接セシムレバ  $AFCDPQ$  ナル電路完結シテ  $A$  ハ磁氣ヲ得  $C$  ヲ引付クベシ

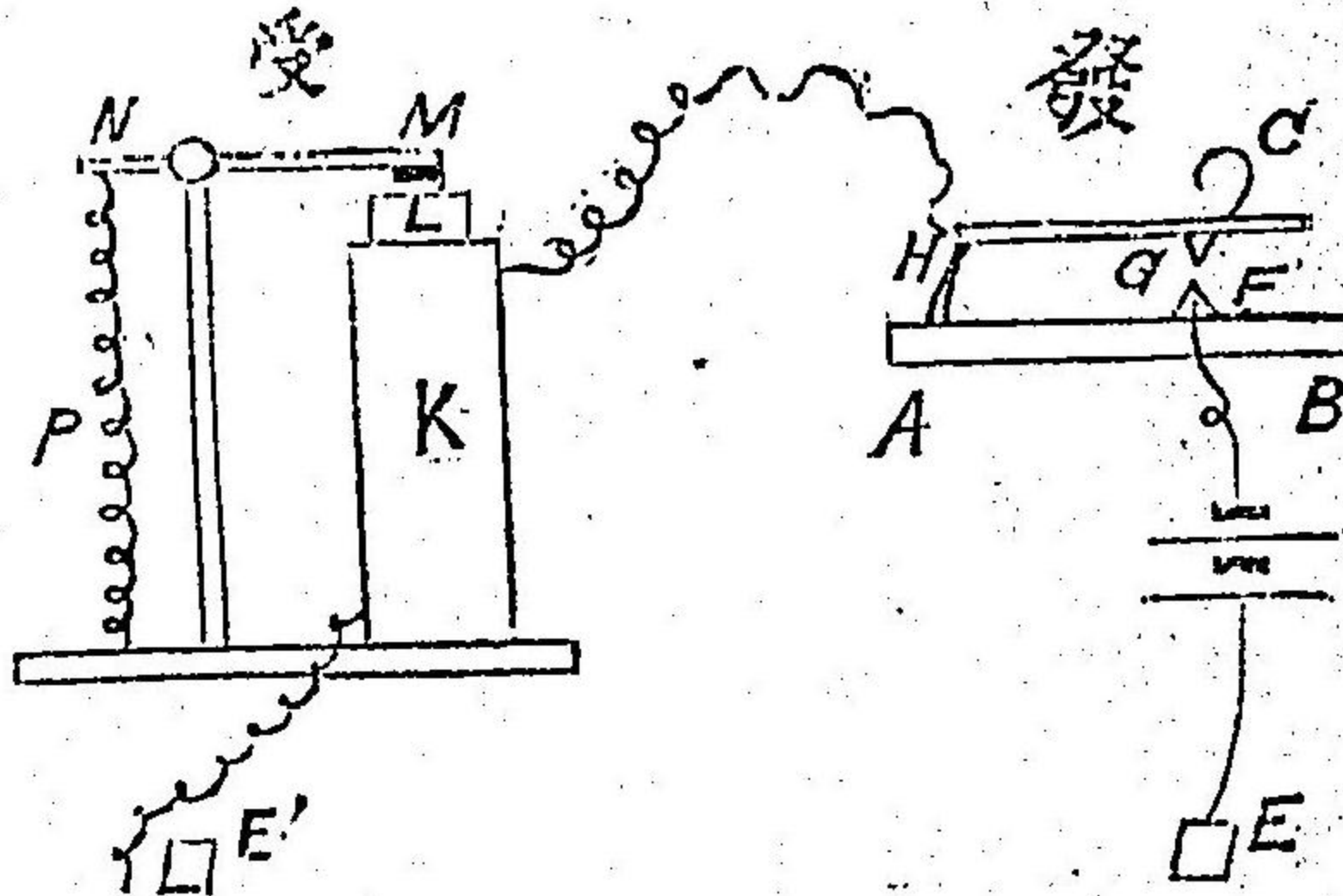
$C$  ガ  $A$  ニ引カルレバ此際  $B$  ヲ打チテ  $D$  ヲ離ル、ヲ以テ  $A$  ハ磁氣ヲ失フベク從テ  $C$  ハ  $F$  ノ彈力ニヨリ  $A$  ヲ離レ再ビ  $D$  ニ接ス  $DC$  接スレバ再ビ電路完結シテ  $A$  ハ磁石トナリテ  $C$  ヲ引ク

カクノ如クナルヲ以テ  $PQ$  ヲ接スル間ハ何時マデモ鈴ハ鳴リ止ザルベシ 今モシ  $PQ$  ヲ放セバ電路切ル、ヲ以テ  $A$  ハ磁氣ヲ失フニ至ルベシ

**電信機** 發信器及受信器ノ二部ヨリ成ル其大要圖

ノ如シ

圖中發トアルハ發信器ノ大要ヲ示ス  $AB$  ナル臺ニ  $F$  ナル金屬ヲ有シ  $F$  ハ電池ノ一端ニ至リ電池ノ他端ハ



$F$  ナル地中ニ至ル  $G$  モ亦金屬製ニシテ  $C$  ハ  $F$  等電氣ノ不導體ヲ以テ作ル  $H$  ハ彈機ニシテ常ニ  $C$  ヲ  $F$  ト離ス 今  $C$  ヲ押シテ  $F$   $G$  ヲ接觸セシムレバ電氣ハ  $F$   $G$   $H$  ヲ通リテ受信機ニ至ル

圖中受ハ受信機ヲ示ス發信機ヨリ入來リタル電氣ハ  $K$  ナルているヲ通リテ  $E'$  ナル地中ニ入り發信器ノ電池ニ返リテコ、ニ電路完結ス 故ニ  $L$  ナル鐵ハ磁石トナリテ  $M$



ナル軟鐵ヲ引ク今モシ發信器ノCヲ放セバ電路ハ切レテLハ磁氣ヲ失ヒPナル彈機ノタメニLト引離サルベシ

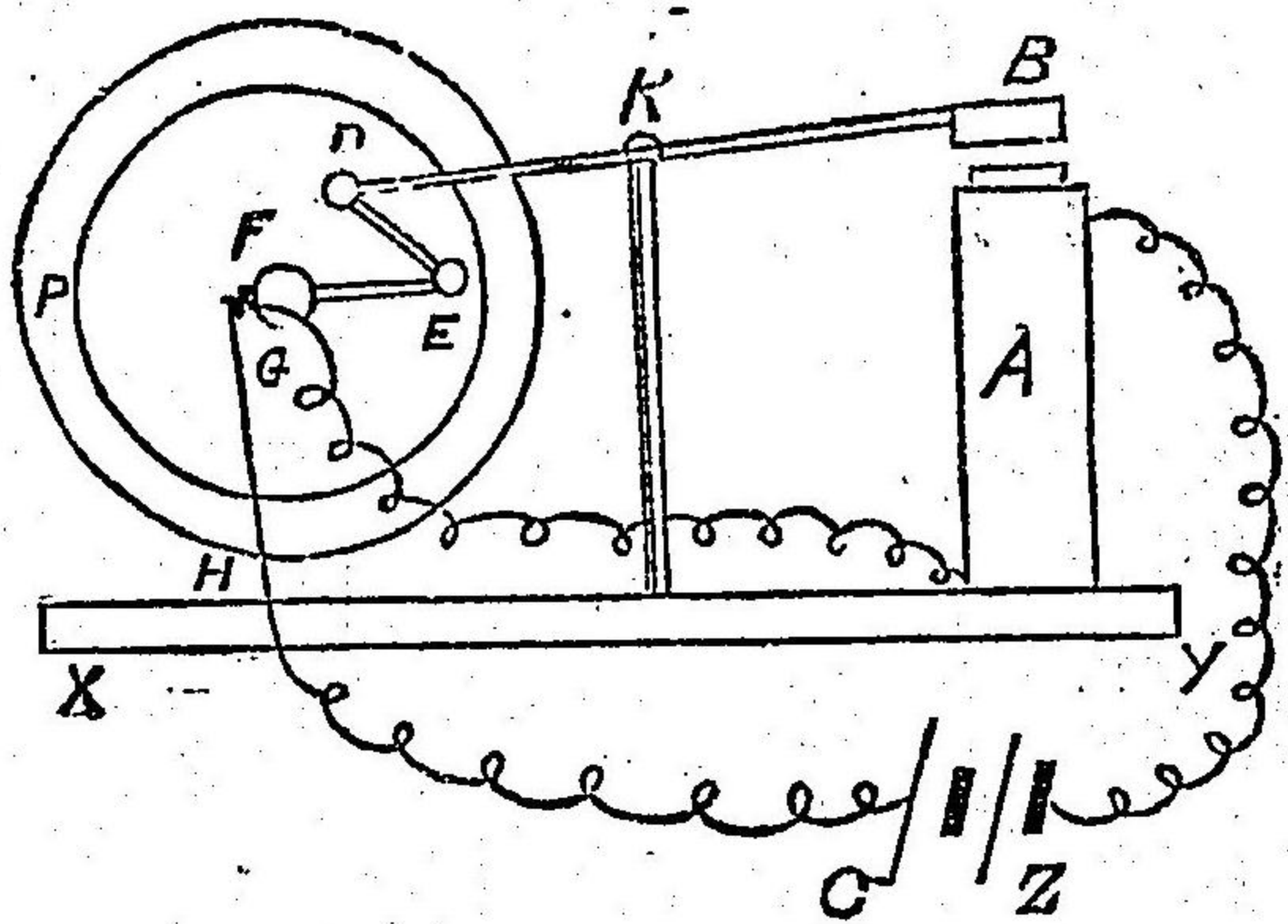
故ニCヲ押ス都度MハLニ引カレテML衝突シテ音ヲ立ツベシコノ音ヲ聞キ分テ通信ノ用ニ供ス

コノ際地球EE'ハ導線ノ用ヲナス

電動機 コノ形ハ舊式ニ屬スレモ參考ニ供セン

圖中CZ

ナル電池ノ一端ハAナル電磁石ノているヲ通リテ車ノ中心棒ノ一側ニアル凸子ニ達シGト接シGECニ歸リテ電路



ヲ完結ス故ニAノ磁氣ヲ得テBヲ引クBDハKヲ支點トスル杆ナルヲ以テB端トレバDハ上上リDEFナル筋ニヨリ運動ヲ車ニ傳ヘテ回轉セシム

車回轉スレバFGハ離サレ從テAハ磁氣ヲ失フテBヲ放ツ然ルニ車ハ慣性ニヨリ一回轉ノ後再ビFGニ接シ電路ヲ完結シテBハ再ビAニ引カレサクシテ車ハ回轉ヲ續クベシ

電流ノ感應

感應電流 今一ノているヲ取り之ニ磁石或ハ他ノ

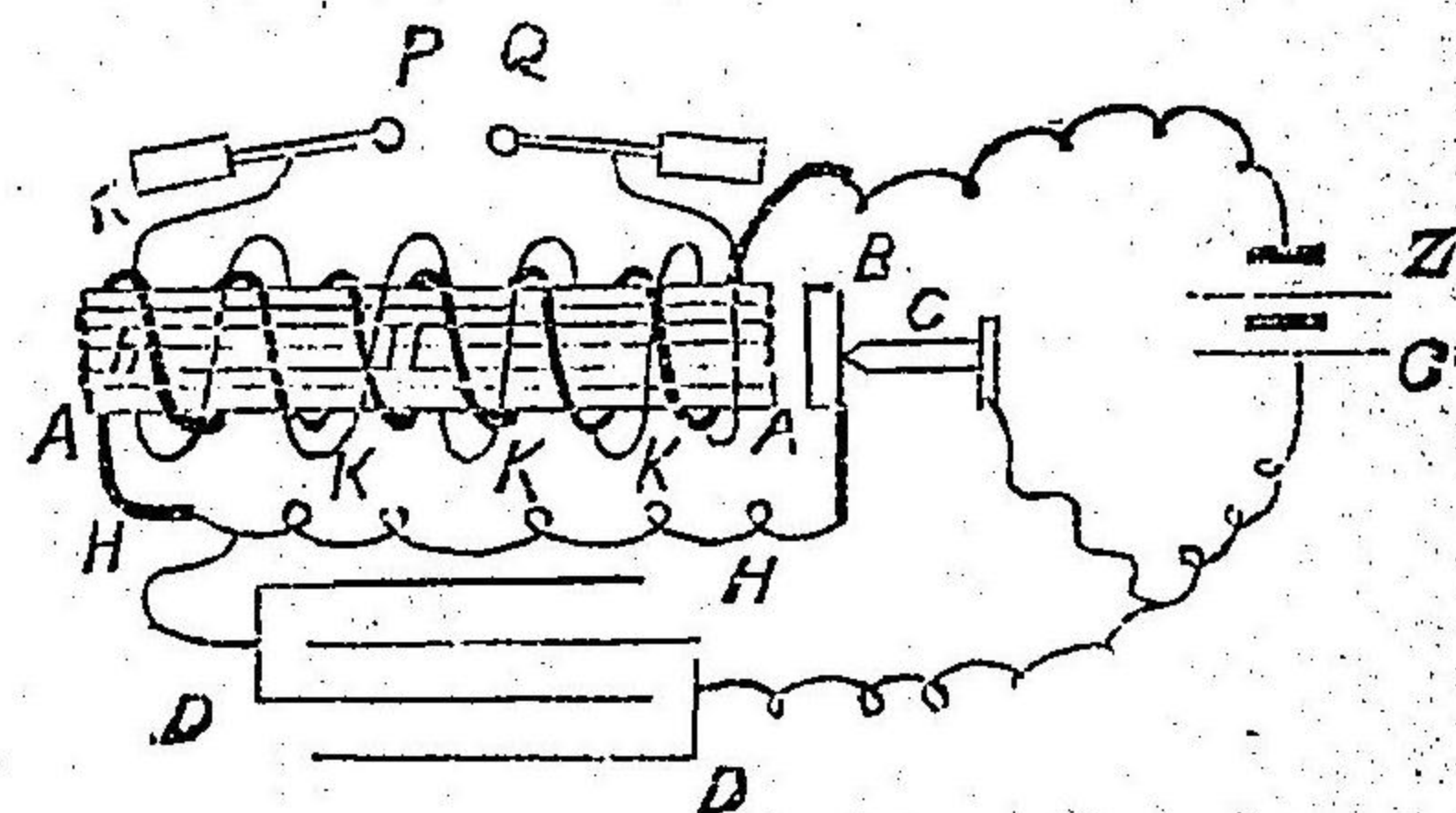
電氣ヲ通シタレバているヲ急ニ近ツケ或ハ遠クナルトハ前ノているニ電流ヲ通ズルヲ知ル之ヲ感應電流ト云フ而シテ其電流ノ方向ハ近ヅクルト遠ザクルトハ反對ナリトス

今モシ前ノ試驗ニ於テ二個ノているヲ用ヒタリトスレバ其一ヲ近ツケ或ハ遠ザクル代リニ電氣ヲ通シ或ハ之ヲ斷ツトモ同様ノ結果ヲ生ズベシ

るんこるふ感應線輪 多ク醫療等ニ用フ其構造次ノ如シ

AAハ軟鐵ノ針金ヲ束テ作りタル棒ニシテ電池ZCヨリ出ヅル兩端

ハ圖ニ見ル如クCDBHヲ通リテAAニ巻キ付ケZニ歸ルHHヲ一次と云フDD



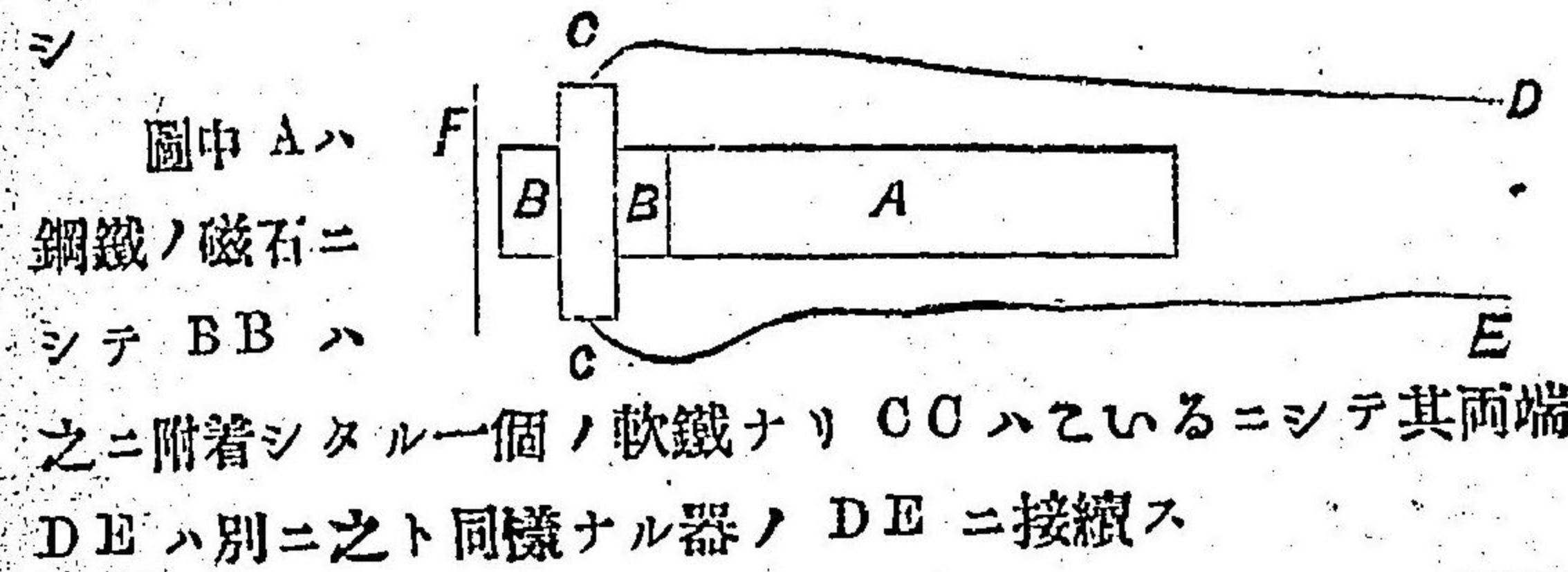
ハ蓄電池ナリBCハ呼ビ鈴同様ノ作用ヲナシテ或ハ接シ或ハ離ルヲ以テ一次とているノ電流ハ斷續スベシ

HHヨリハ尙細キKKナル線ヲHノているノ上ニ巻付ケ之ヲ二次とているト云フZヨリAAナル針ノ上ニ一次及二次ト二重ノているヲ作ル二次とているハ細ク且長シ一次とているニ電流斷續シタメニKナル二次とているニ感應電氣ヲ生ズ而シテ二次とているハ一次とているヨリ長キヲ以テ二次とているニ起ル電流ハ非常ニ強大ナリトス即PQノ兩端間ニ火花ヲ發スルニ至ルベシ



但シ二次ている中ニ通ズル電流ハ 交番ニ其方向ヲ變ズルモノトス之ヲ交番電流ト云フ

電話 電話ハ又感應電流ノ作用ナリ其大意下ノ如シ



圖中 Aハ 鋼鐵ノ磁石ニシテ BBハ 之ニ附着シタル一個ノ軟鐵ナリ CCハ之ニシテ其兩端 DEハ別ニ之ト同様ナル器ノ DEニ接続ス

Bハ Aノ感應ニヨリ磁氣ヲ有スルガ故ニ Fナル薄鐵板ニ向テ發言スレバ Fハ振動シテ Bニ近ヅキ或ハ遠カルベシヨノ際 Bニハ矢張誘導作用ニヨリ磁氣ニ強弱ヲ生ズルヲ以テ CCナル之ニ感應電流ヲ生ジ Dヨリ他器ニ入ル

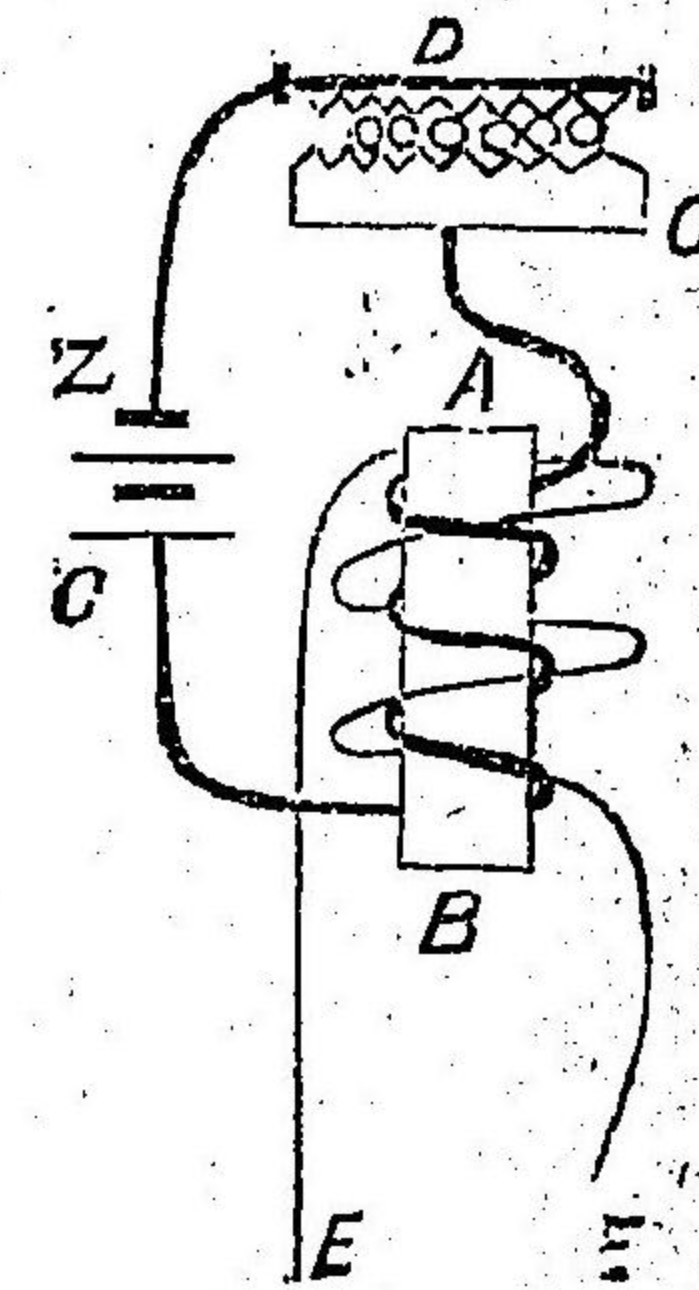
DEヨリ前ノ如クシテ發シタル電流入リ來ル件ハ CCナル之ニ通過スル際 Bナル磁石ニ強弱ヲ生ジタメニ Fヲ振動セシメテ前ト同音ヲ發スルニ至ルヲ蓄音器ト同様ナリトス

顯微電話機 前ニ説明セル電話器ハ遠距離ニ於テハ其功力漸ク少ナシ

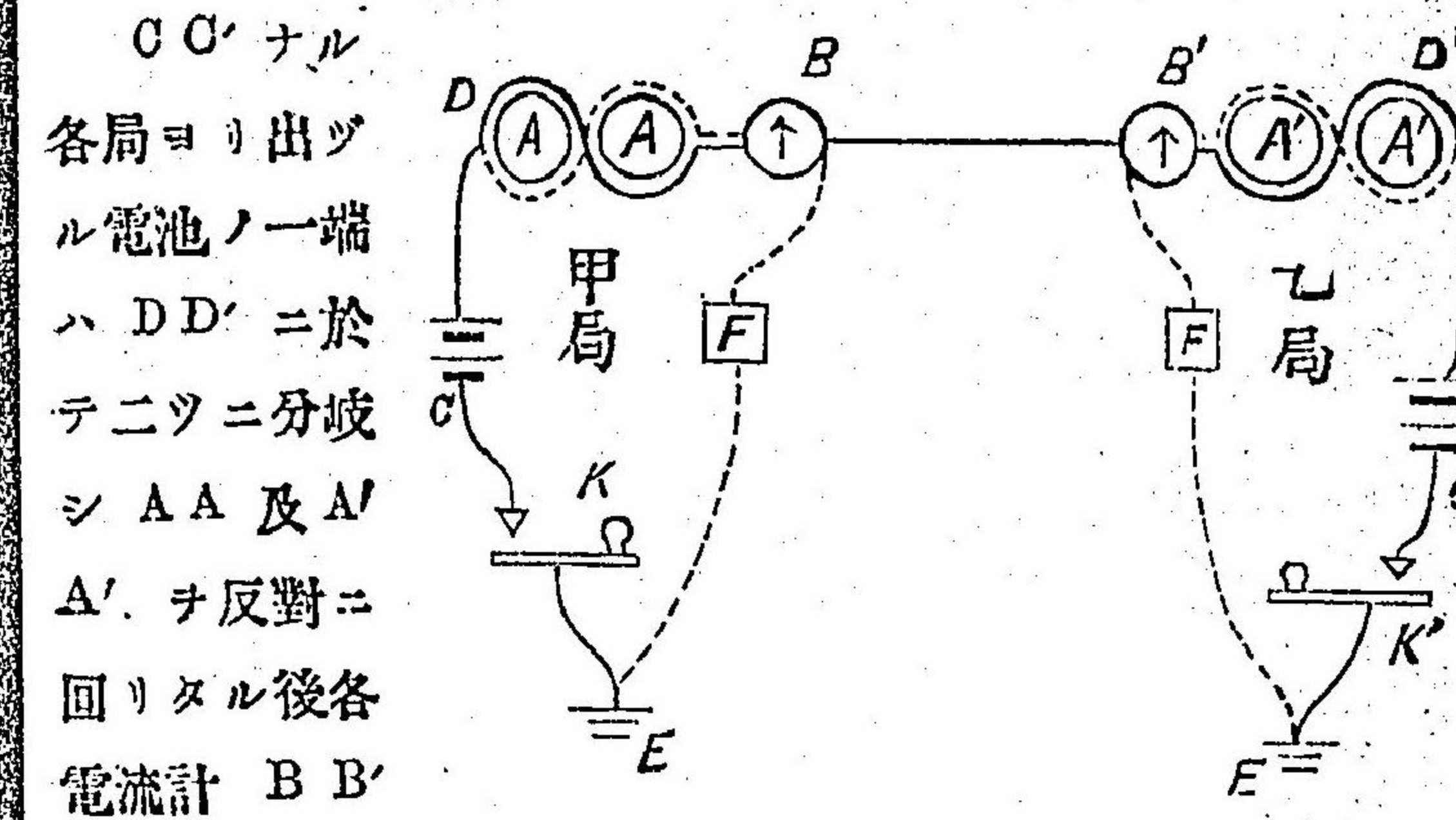
故ニ近來ハ前記ノモノヲ單ニ受話用トシ 送話ニハ別ニ顯微電話機ナルモノヲ用フ 圖ニ於テ Dナル振動板ノ裏面ニハ三角形ノ炭表ヲ付シ 又 Cノ如キ形ノ炭素板ニ相對ス 其間ニハ矢張炭素ノ小粒ヲ入ル、7圖ノ如シ Cヨリ出ヅル線ハ ABナル軟鐵棒ヲ回リテ一次ているトナリ電池ニ至ル EEハ二次ているニシ

テ其兩端ハ前條ニ示ス通りノ或ハ其變形ナル受話機ニ接続ス 但シ一本ハ地球ヲ利用スルヲ常トス

炭素ハ元來其薄體ニシテ且壓力ノ變化ニヨリテ其抵抗ヲ變ズルヲ極メテ大ナルヲ以テ Dニ向テ發聲スレバ Fハ振動シタメニ DCノ間ニ壓力ノ増減アルヲ以テ ABニ回ヘル一次ているニ電力ノ變ヲ生ジヨノ變化ハ二次ているニ感應シテ強力ナル電流トナリテ他方ノ受話機ニ至ルヲ以テ前方ノ受話機ヲ感動スルヲ極メテ大ナリトス



二重電信法 前ニ示セル電信機ニアリテ一條ノ線ヲ以テ相方同時ニ通信ヲナス能ハズ 二重電信法ハ次ニ示ス如ク相方同時ニ通信シ得ベキモノナリトス



CCナル各局ヨリ出ヅル電池ノ一端ハ DD'ニ於テニツニ分岐シ AA及A'A'ヲ反對ニ回リタル後各電流計 BB'ニ入り一ハ他局ニ至リ一ハ自局ノ F, F'ニ入ル F, F'ハ抵抗機ニシテ之ヲ加減シ K, K'ニヨリテ電路ヲ閉ヅルモ B, B'



ニ感ゼザル如クス

今甲局ニ於テ K ナ押シテ電路ヲ閉ジ (一方ハ實線ヲ通リテ E ナル地中ニ至リ) レバ D ニ於テニツニ分岐シ互ニ反對ニ卷キアルヲ以テ自局ノ受信器 A A' ナ感動セシムルヲナク一方ハ點線ヲ通リ F ナ通ジテ地中ニ入り一ハ實線ヲ通リテ乙局ニ至リコハニ A' A' ナル受信器ヲ感動セシムベシ

今モシ相方同時ニ K 及 K' ナ押シテ電路ヲ閉ヅレバ實線ヲ通リテ他局ニ至ラントスル電流ハ彼我相衝突平均シテ功ヲナサズタメニ點線ヲ通ル電流ハ自局ノ機械ヲ感動セシム 但シ其力ハ他局ヨリ來ル電流丈實線ヲ通ル電流ハ力ヲ失フヲ以テ點線ヲ通ル電流ハ丁度之ト同量ノ感動ヲ作用シタメニ相方通信ヲ交換スルヲ得ベシ

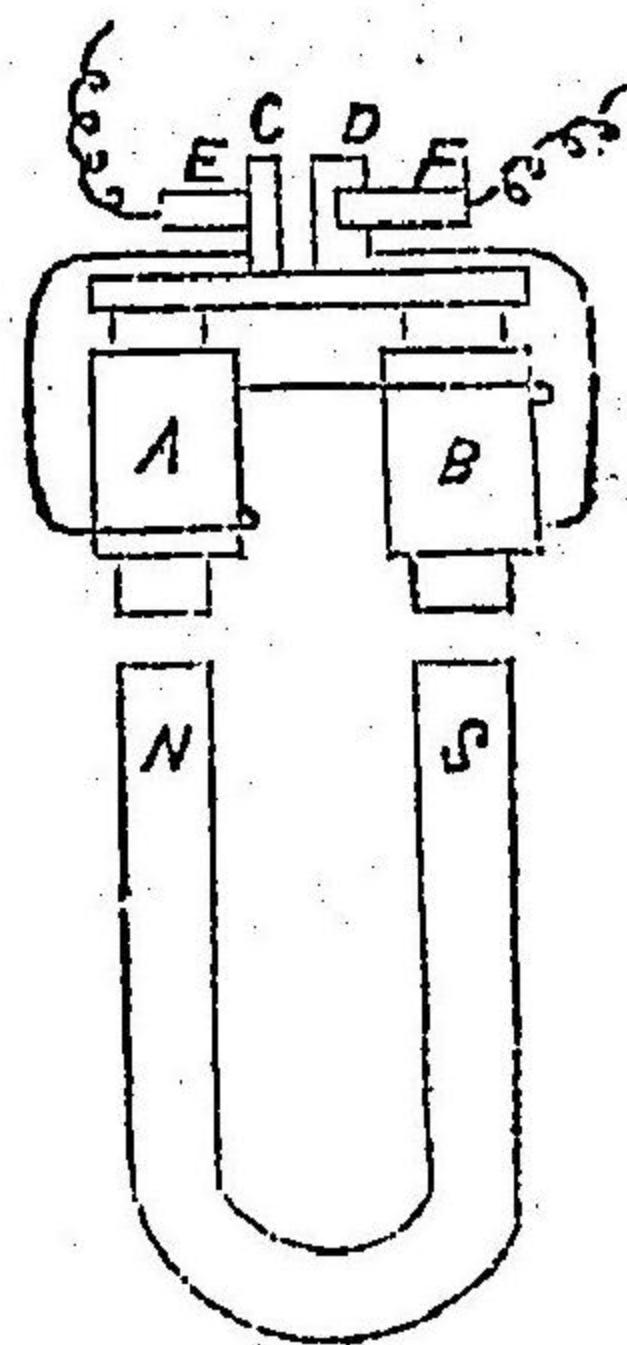
發電機 強力ナル電氣ヲ發スルニ用フ

圖ニ於テ示シタルハ其最モ小ナルモノニシテ現今市中ニ使用ノ電話器ノ交換局呼出用ニ用ヒ居ルモノ之ナリ

NS ハ鋼鐵永久磁石ニシテ AB ハ電磁石ナリ其ているハ圖ノ如ク卷キテ其兩端ヲソレソレ CD ニ結ブ EF ハ各金屬ノ小片ニシテ別々ニ CD ニ接觸ス

今モシコノ電磁石ヲ回轉スレバ AB ハ交番ニ其位置ヲ轉シ其際感應電流ヲ生ジ CD ニ至ル

EF ハ CD ヨリ電氣ヲ受ケテ之ヲ外部必要ナル場所

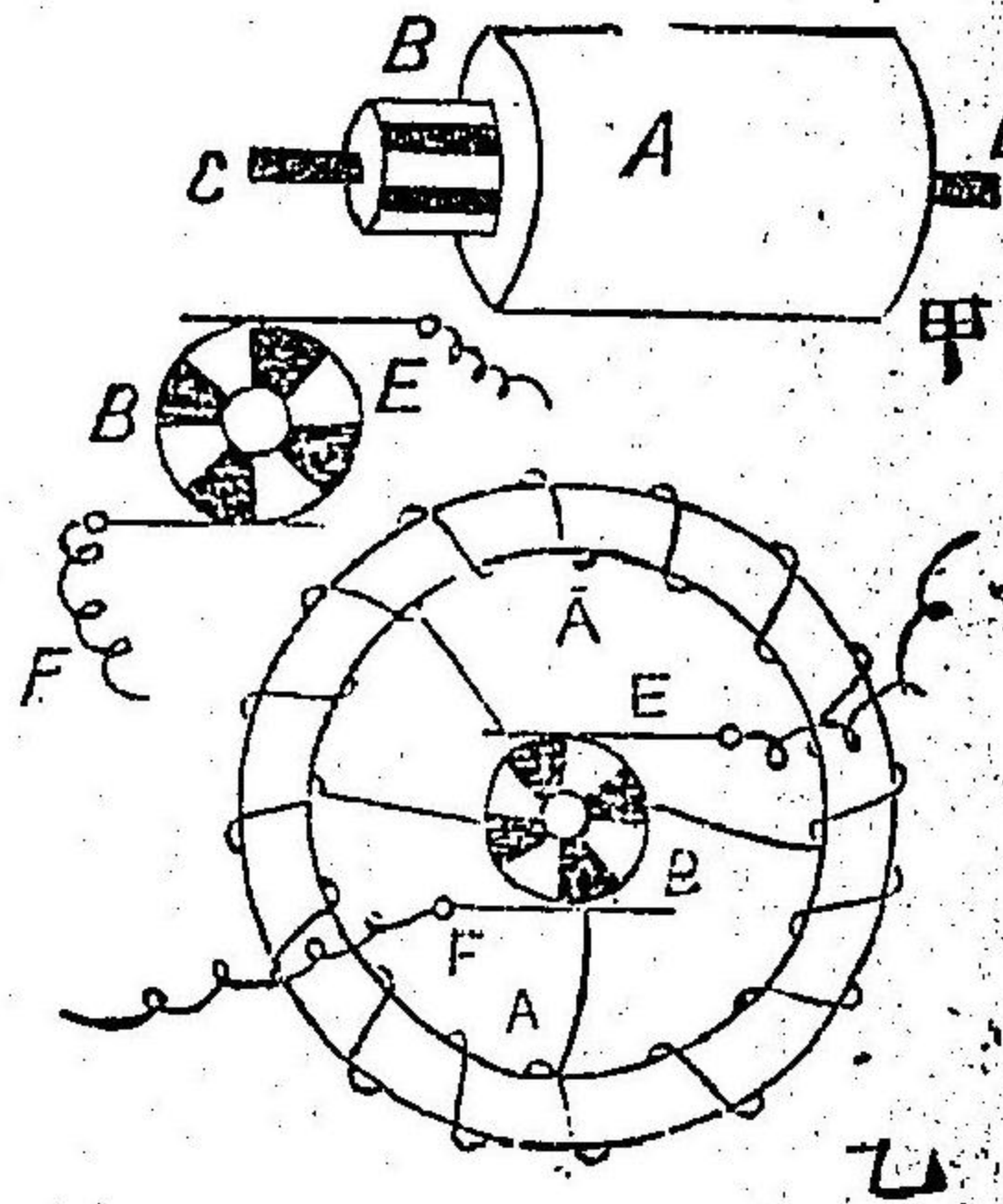


ニ送ルベシ 但シ CD ハ AB ト共ニ回轉スレバ EF ハ回轉セザルヲ以テ CD ヨリ交番ニ電流ヲ受クルモノトス 故ニ EF ノ兩端ニ出ヅル電流ノ方向ハ一定セズ

大ナル發電機ハ下ノ如シ

先ヅ發電子ト名クル部分ヲ示ス

甲圖 A ハ軟鐵ノ心ニ縦ニ絹包銅線ヲ卷キツケ其途中ヲ屬々 B ノ金屬部ニ連ヌ B ハ別圖ニモ示ス如ク黒部ハ金屬ニシテ白部ハ不導體ナリコノ金屬部ニ A ニ卷ツケタル線ノ中途ヲ結ビ付ル



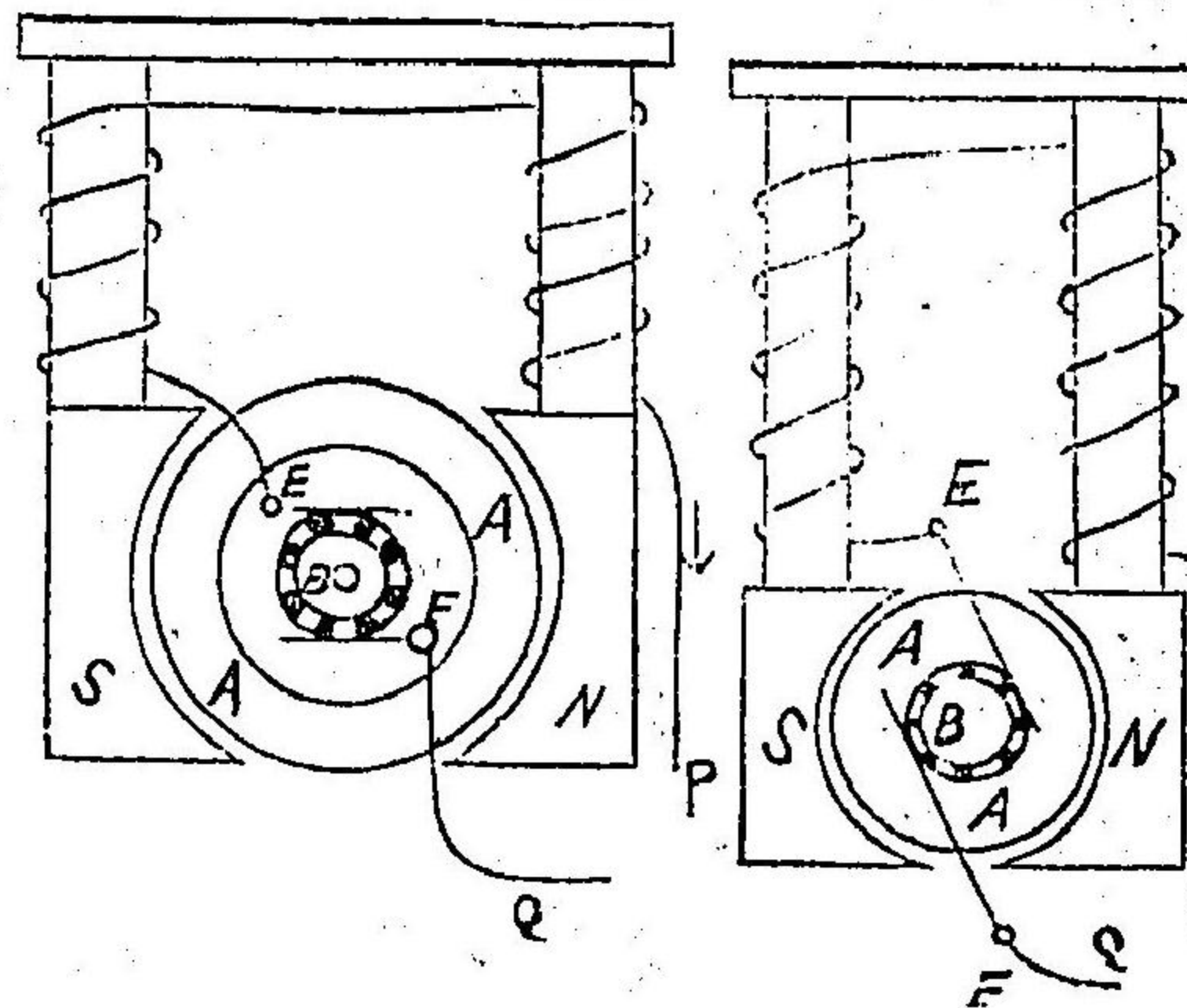
乙圖ノ如シ A ニ發シタル電流ハ B ニ來リ其金屬部ヨリ EF ニ傳リ外部ニ出ヅルモノトス

EF ハ針金ヲ以テ製シタル刷毛樣ノモノニシテ常ニ B ナ摩擦ス

乙圖ニ於テハ只 A ガ輪狀ナルノ差アルノミ

左圖ハ全體ノ構造ノ大意ヲ示ス

A ナル發電子





チ NS ナル電磁石ノ磁田ノ内ニ回轉スレバ NS ナル磁氣ノタメニ感應電氣ヲ起シ E ヨリ起るヲ通リテ外部ニ出ヅ電氣起るヲ流レバ NS ハ益々強キ磁石トナリ從一層強キ電流ヲ得ベシ PQ ナル兩端ヲらんぶ其他ノ使用ニ供シテ電力ヲ働カシム

凡ソ發電氣ハ其使用ノ目的ニヨリ種々アリト雖今ハ只其原理ニ止メ置クベシ

**電動機** 已ニ前ニ記シタリト雖在現今最モ多ク使用セラル、モノハ次ノ如シ 電氣鐵道電氣自動機電氣扇等皆コノ電動機ニヨリテ運轉ス

其構造ハ發電氣ニ異ナル處ナク之ニ外部 PQ ヨリ逆ニ電流ヲ通ズレバ NS 及 A ナル發電子ハ時時ニ電磁石トナリ同極相排斥スルノ理ヨリ發電子ナル A ハ回轉ヲ初ムベシコノ運轉ヲ帶皮其他ノ法ニヨリ必要ナルケ所ニ傳フ

**電氣鐵道** 空中ニ架セル一條ノ導線ニ強力ナル電氣ヲ通シコノ電流ハ容車ノ屋上ヨリ出タル棒ヲ誘リテ車内ニ設ケタル電動機ニ入ル 電動氣ヲ通過セル電流ハ車輪ヨリれーるニ入り更ニ地中ニ入りテ發電所ニ歸ル

電氣鐵道ニモ其種類甚多ク單線式 複線式蓄電池式等其別アリ其原理ニ至リテハ何レモ上述ノ如クニシテ電動機ヲ回轉セシメ從テ車ヲ運轉ス

熱ト電氣

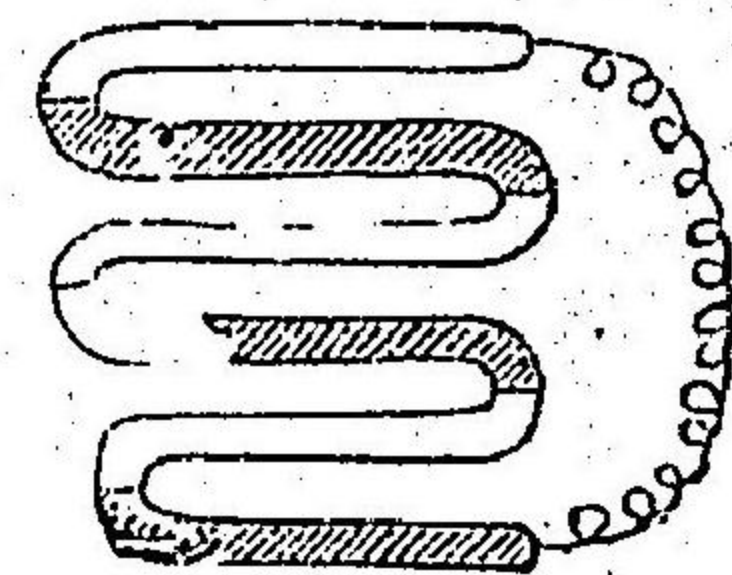
**熱ノタメニ發電ス** 今モシ二種ノ金屬ヲトリ其兩端ヲ接合シ其接合部ヲ熱スレバ電氣ヲ發スベシ 卽熱をねるぎ一ハ變シテ電氣をねるぎ一トナルベシ

逆ニ接合部ヨリ冷却スルモ尙ヨク電氣ヲ得ベシ 而シテ其方向ハ熱シタルキトハ互ニ相反ス

- 着 鉛……………陽極
- こぼると
- につける
- 鉛
- 錫
- 銅
- 白金
- 銀
- 亞鉛
- 鐵
- わんちもに……………陰極

上記金屬ハ相距タルモノホド強キ電流ヲ得ベク 常ニ上部ニ記スルモノヨリ下部ニ記スルモノニ向テ電流流ル、モノナリ 但シ接合點ヲ冷セバ之ニ反ス

**熱電池** 已上ノ理ニヨリ二種ノ金屬ヲ組合セテ右圖ノ如クスレバ熱電池ヲ得ベシ 卽チ圖中白色ナル部分ト黒線ノアル部分トハ畧種ノ金屬ナリトス今其接合部ヲ熱スレバ電氣ヲ發スル 丁度藥品ヲ用テ作レル電池ノ如シ 但一方ノミヲ熱スベシ



**電氣驗温器** 熱電池ハ其接合點ニ加フル熱量微弱ナルモ尙多少ノ電氣ヲ發スベク 電流ノ強サハ加フル所ノ熱ニ比例スルヲ以テ極メテ精密ナル電流計ヲ以テ其電流ヲ



測定シ下式ニヨリ其温度ヲ知ルベシ

$$E = r t (R - \frac{t}{2})$$

式中 E ハ起電力 r R ハ二種ノ金属ニ於ケル各係數トシ t ハ温度トス

電氣ノ發熱作用 熱をねるぎ一が電氣をねるぎ一ニ變ズルが如ク電氣をねるぎ一モ亦熱をねるぎ一ニ變化スベシ 即電氣ハ常ニ抵抗多キ導線ヲ流通スルノ際ニハ熱ヲ生ズベシ

其得ル處ノ熱量ハ導線ノ抵抗及電流ノ自乗ニ比例スベシト

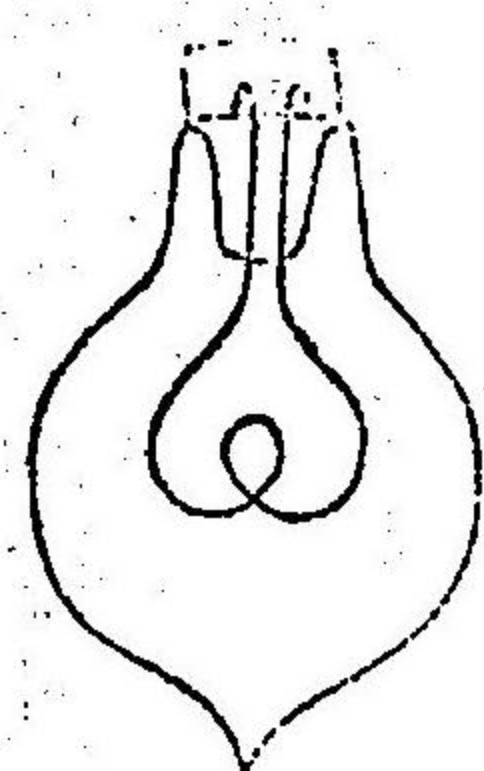
電燈 二種アリ弧狀電燈及自熱電燈之ナリ

第一 弧狀電燈 公園停車場等ニ多ク用ヒ

タルモノ之ナリ其理ハ次ノ如シ

二本ノ炭素棒ヲ上下相對シテ置キ之レニ二強力ナル電流ヲ通ズレバ炭素ノ一端ヨリ他ノ一端ニ電流通セントシテ火花ヲ發スベク之ノ熱ニヨリ炭素ハ熱セラレテ遂ニ弧狀ノ光ヲ放ツニ至ル

第二 自熱電燈 コレハ多ク室内用ニ用フ



殆ト真空ニナシタル硝子中ニ炭素ノ細キ線ヲ入レタルモノニテ之ニ電流ヲ通ズレバ炭素線ハ熱セラレテ白熱トナリ強キ光ヲ放ツニ至ル

コノ他一般ニ用ラレズト雖モ電

氣蠟燭ナルモノアリ二本ノ炭素棒ヲ

平行ニ置キ其兩炭素ノ間及外面ヲ蠟ニテ包ミ一見



普通ノ蠟燭ノ如クナラシム 今モ此兩炭素ニ電氣ヲ通ズレバ其尖端ニ於テ電光ヲ發シ其熱ノタメニ蠟ヲ小シツ、融シテ炭素ノ上尖端ハ常ニ蠟ヨリ少ク頭ヲ出ス

其他電氣熱ノ應用トシテ醫療ニ用フルコトアリ或ハ金属ノ接合等ニ用フルコトアリ或ハ硝子管等ヲ切ルニ應用セラルコトアリ

### 電氣波

電氣ノ波動 電氣ハ亦光ノ如ク振蕩一てるノ振動ナリトスル學說最行ハル 而シテ電氣波ハ如何ナル場所ヲ間ハズ凡テノ障害物ヲ通過シテ遠方ニ達シ得ベシ 而シテ其速度ハ大約光ト等シク一秒時間大約三十萬きるめ一とるナリトス

電氣波ノ起シ方 石油或ハ其他ノ油中ニテ電氣火花ヲ發セシムレバコノ電氣火花ハ波トナリテ前記ノ速度ヲ以テ四方ニ傳達スルモノナリ 即硝子管ノ管ヲ以テ捲イタル金属線ノ端ニハ球ヲ付タルモノ二個ヲ油中ニ於テ相對シテ置キ他端ヲらむこるふノ感應こいるニ連結スルキハコヨニ電氣波ヲ起スベシト云フ

電氣波ノ屈折及反射 一點ニ於テ發セル電氣波ハ常ニ周遠ニ擴ガルモノナルモ之レヲ拋物形凹鏡ノ中心點ニ置カバ鏡ノタメニ反射セラレテ一方向ニ向フベク或ハ發射電波ノ前面ニ油等ヲ滿チタルふらすこヲ置クキハ屈折セラレテ平行ナル波ヲ得ベシ

無線電信 まるこに一氏ノ近頃發明スル所ニシテツマリ電氣波ヲ巧ニ應用シタルモノナリ 其原理トスル所

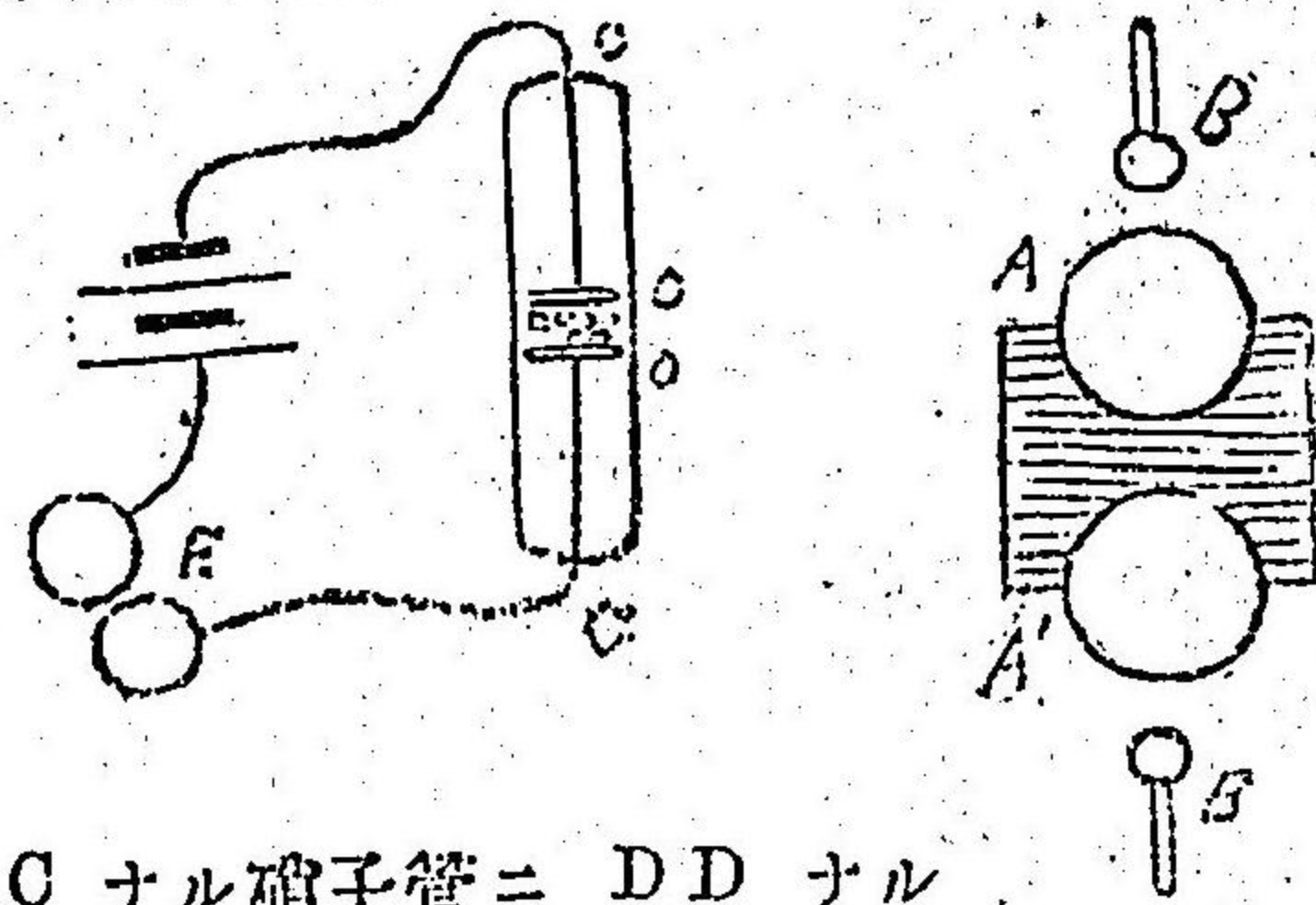


ハトノ如シ

元來金屬粉ノ集合セルモノハ 電氣抵抗非常ニ高キモノナルニ一度之ニ電氣波ヲ當ル時ハ忽チ其組織ヲ變シ 抵抗ヲ減少スベシ 而シテ之レヲ輕ク打テバ再ビ前ノ如ク抵抗高クナルモノナリ

即ち是に一氏ハ上ノ性質ヲ利用シテ之レヲ受信器トナシ電氣波ヲ起スベキ部分ヲ以テ發信器トナシタリ

次ノ圖ニ於テ A A' 二球ハ共ニ金屬球ニシテ油ノタメニ互ニ距テラレ其半面ハ空中ニアリテ B B' ナル球ニ對ス B B' ノ端ハ各々感應してゐるニ接續セラレ之ニヨリテ A A' ノ間ニ電氣波ヲ起スベシ

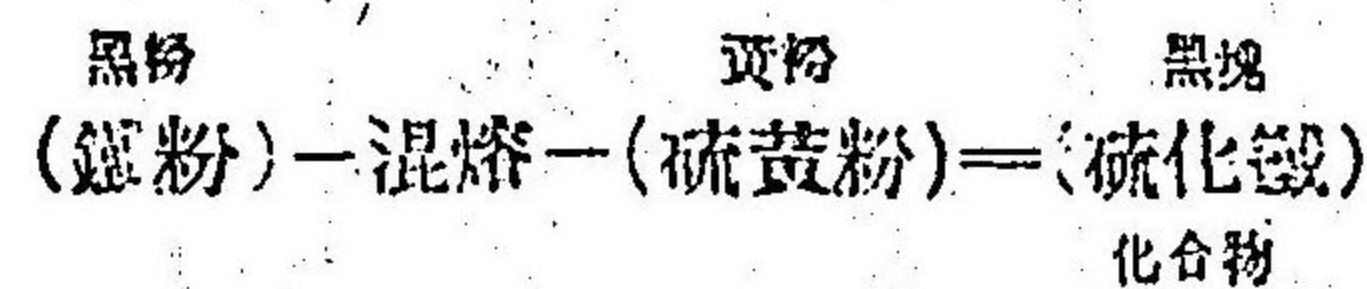
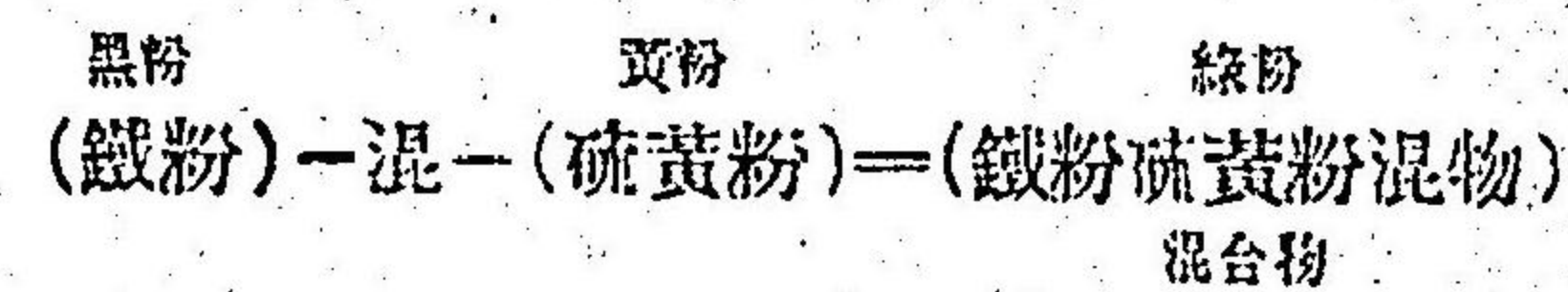


受信器ハ C C ナル硝子管ニ D D ナル二板ノ銅板ヲ其間凡約半ミリメートルヲ距テテ置キ 其間ニ銀及につけるノ粉末ヲ入ル其端ハ電池及 E ナル通常電信器ニ接續スレバ平常ハ D D ノ間ノ抵抗非常ニ高ク殆ド電流ヲ通セシメズト雖モ一度電波ニ逢ヘバ忽チ抵抗減シテ 電流ヲ通シ E ナル通信器ヲ働カシム其ト同時ニ別ニ設ケタル装置ニヨリ輕ク D ヲ打テテ粉末ハ再ビ抵抗高キモノトナルカクテ A A' ヨリ電波來ル毎ニ E ヲ働カシテ通信ヲナシ得ベシ

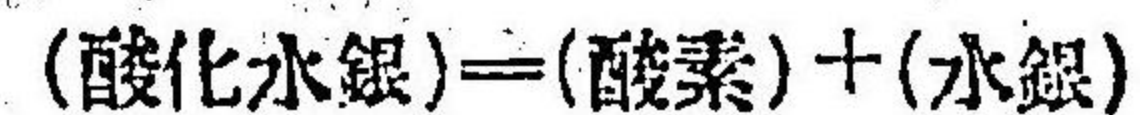
### 化學之部

#### 總論

- 1, 化學 物体ノ性分並ニ其變化ヲ研究スル學術ナリ
- 2, 化合混合 二物体接近シテ其各ノ性質ヲ失ヒタル一新物ヲナスヲ化合ト云ヒ二物体能ク接近スルモ各物体變化セザルヲ混合ト云フ
- 3, 化合物混合物 今鐵粉ト硫黃粉トヲ混合スレバ綠色粉末トナルト雖モ之ヲ檢微鏡下ニ照セバ 硫黃粉ト鐵粉ハ依然其性質ヲ失ハズシテ混在セルヲ認ムベシ 即チ此綠色粉末ハ混合物ナルヲ知ル 然ルニ今此混合粉ニ熱ヲ與ヘテ熔融セバ 黒塊トナル而シテ此黒塊ヲ檢スルニ 硫黃粉並ニ鐵粉ヲ認メズシテ二物ト全ク異ナリタル 硫化鐵ナル一新物ナルヲ知ル此物ハ即チ化合物ナリ



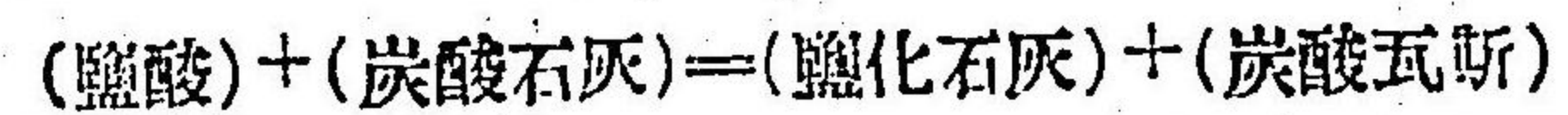
4, 分解復分解 一種ノ物体ガ變シテ此物ト異性ノ二物体以上ヲナスヲ分解ト云フ 例ヘバ酸化水銀ヲ熱スレバ酸素ト水銀トニ分解スルガ如シ





又ニツ以上ノ分体が互ニ相作用シテニツ以上ノ新物体ヲナスナ云フ

例ヘバ鹽酸ト炭酸石灰トヲ混合セバ鹽化石灰ト炭酸瓦斯トナルガ如シ



5, 原素 如何ナル方法ヲ用ユルモ其レヨリ單一ナル物体ニ分解シ能ハザル単体ヲ云フ

非金屬原素

名 稱	記 號	原 子 量
砒 素	As	74.9
硼 素	B	11.0
臭 素	Br	79.75
炭 素	C	11.97
鹽 素	Cl	35.37
弗 素	F	19.1
水 素	H	1.0
沃 素	I	126.33
窒 素	N	14.01
酸 素	O	15.96
磷 素	P	30.96
攝 素	Se	78.0
硅 素	Si	28.0
硫 黃	S	31.98
碲 素(てるりゆむ)	Te	125.0

金 屬 原 素

名 稱	記 號	原 子 量
礬素(あるみにゆむ)	Al	27.0
安素(あんてもて二)	Sb	120.0
重素(ばりゆむ)	Ba	136.8
ベリ、ゆむ	Be	9.2
蒼鉛(びすます)	Bi	208.0
カセみゆむ	Cd	111.9
シ、ゆむ	Cs	133.0
石灰素(かるしゆむ)	Ca	39.9
セリゆむ	Ce	139.9
くろみゆむ	Cr	52.1
コバルト	Co	58.6
銅	Cu	63.1
テ、みゆむ	D	142.0
えるびゆむ	E	166.0
かりゆむ	G	69.8
金	Au	196.2
いんてゆむ	In	113.4
いりてゆむ	Ir	192.7
鐵	Fe	55.9
らんざなむ	Li	138.0
鉛	Pb	206.4
りまゆむ	Li	7.1
苦素(まぐねしゆむ)	Mg	24.3



滿俺	Mn	55.0
水銀(汞)	Hg	199.8
もりふでなむ	Mo	95.8
につける	Ni	58.6
にをびゆむ	Nb	94.0
をすみゆむ	Os	198.6
ばらテゆむ	Pd	106.2
白金(ぶらちなむ)	Pt	194.5
加里(ぼたしゆむ)	K	39.04
ろテゆむ	Rh	104.1
るびテゆむ	Rb	85.2
るせにゆむ	Ru	103.5
すかんテゆむ	Sc	44.0
銀	Ag	107.66
曹達(そテゆむ)	Na	22.99
すとろんちゆむ	Sr	87.2
たんたらむ	Ta	182.0
てるびゆむ	Tb	148.5
ざりゆむ	Tl	203.6
ぞりゆむ	Th	231.5
錫	Su	117.8
ちたにゆむ	Ti	48.0
たんぐすてん	V	184.0
うらにゆむ	U	240.0
ぞあなテゆむ	V	51.2
えとるびゆむ	Yb	173.2

えとりゆむ	Y	89.0
亞鉛	Zn	65.1
とるこにゆむ	Zr	90.0

6, 地球ノ組成 地球ヲ組成スル主要ノ元素ノ割合ハ次表ノ如シ

元 素 名 稱	含 量 %
酸 素.....	44.0 ——— 48.7
硅 素.....	22.8 ——— 36.2
礬 素.....	9.9 ——— 6.1
鐵.....	9.9 ——— 2.4
石 灰.....	6.6 ——— 0.9
苦 素.....	2.7 ——— 2.5
曹 達.....	2.4 ——— 2.5
加 里.....	1.7 ——— 3.1

7, 定量比例定律 化學的結合ハ物質重量ノ一定量ヲ以テスルモノナリ

8, 倍數比例定律 或元素ガ他ノ種々ノ元素ト化合スルニ常ニ其元素ノ一定量及其倍數ヲ以テスルモノナリ

9, 化合量 各元素ガ倍數比例定律ヲ以テ化合スル其一定量ノ數ヲ其元素ノ化合量ト云フ

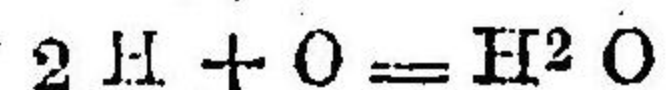
10, 化合物記號 各元素ノ記號ハ其元素ヲ示スノ外ニ其元素ノ化合量ヲ示スモノナリ  
 今一硫化鐵 Fe S ハ硫黃ト鐵ノ化合物タルヲ示スノミナ



ラズ其重量ニ於テ硫黄三十二ト鐵五十六ヲ含ムヲ示スモノナリ

又一ヨリ多クノ倍数ヲ以テ化合セル元素ヨリ成ル化合物ノ記號ハ化合物中ノ元素ノ記號ノ右方下側ニ其倍数字ヲ小書スルモノナリ例ヘバ水ハ酸素十六(重量)ト水素二(重量)ヲ以テ成ルヲ以テ酸素一倍水素二倍ナリ故ニ H<sub>2</sub>O トナスガ如シ

11, 化學方程式 化學的變化ノ原動並ニ結果ヲ表ス相等式ニシテ相互物体ノ分量モ示スモノナリ  
例ヘバ水素二(重量)ト酸素一(重量)ト化合シ水十八重量ヲ作ル法程式ハ



12, 瓦斯比重 化學ニ於テハ一般瓦斯比重ハ水素又ハ酸素ヲ單位トシテ計算スルモノナリ

13, あぶをがごろノ定則 溫度及ビ壓力ノ一定ナル場合ニハ凡テノ氣體ハ常ニ分子ノ同箇數ヲ包含スルモノナリ

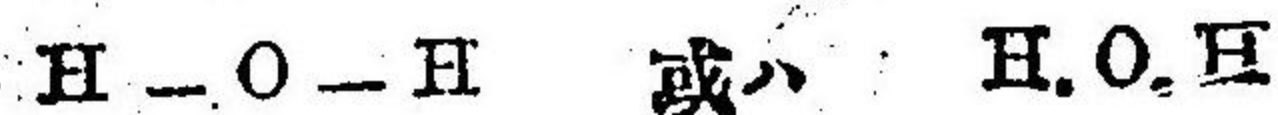
14, 原子價 他原子ノ一定數ト化合スルヲ得ル或原子ノ力ヲ其原子ノ原子價ト稱ス

15, 構造式 原子ガ結合シテ或種ノ分子ヲ成スヲ表ス式ヲ構造式ト云フ

例ヘバ一價元素ナル水素ト鹽素ガ結合シテ鹽酸ヲ成スハ



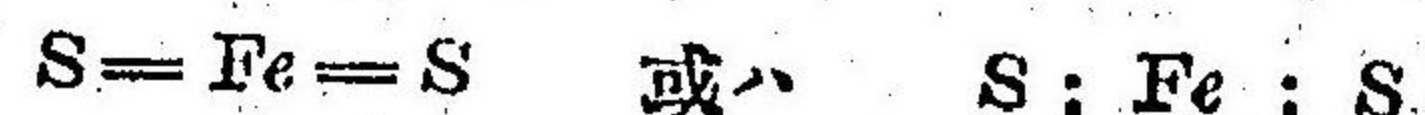
水ノ構造式ハ



沼氣ノ構造式ハ



二硫化鐵ノ構造式ハ



16, 酸及ビ鹽基 酸及ビ鹽基ハ其性質全ク正反對ノモノナリ而シテ共ニ水素・酸素ガ含ム

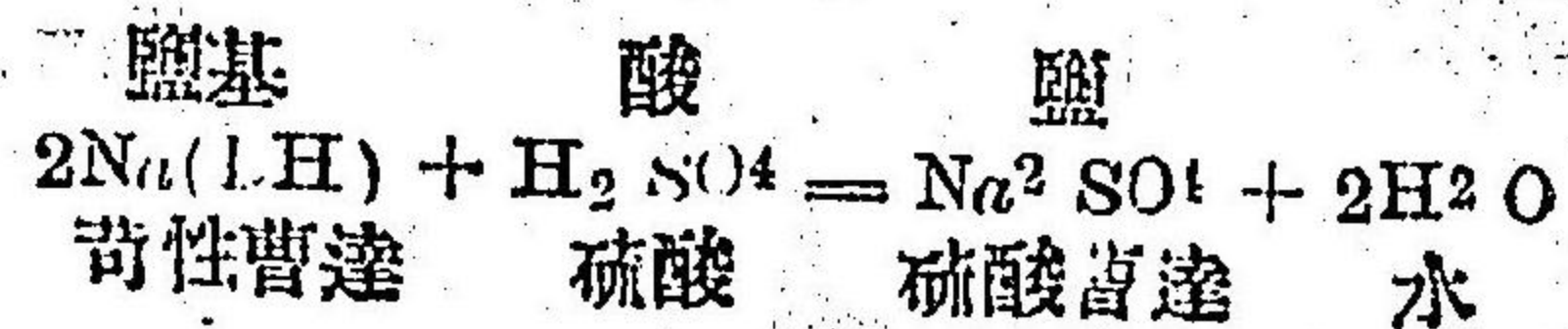
A. 酸ヲ作ルベキ元素……………非金屬

B. 鹽基ヲ作ルベキ元素……………金屬

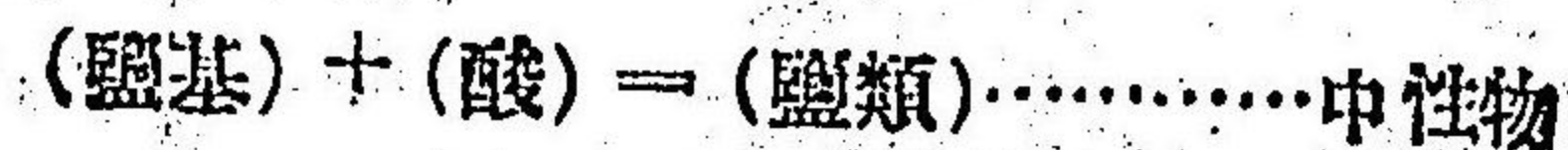
17, 酸・鹽基ノ比較

	酸	鹽基
味	酸味ヲ有ス	酸味無シ
試験紙反應	青色リトマス液ヲ紅色ニ變化ス	紅色リトマス液ヲ青色ニ變化ス
重要性質	金屬ニ遭テ己ガ性分ナル水素ヲ遊離シテ金屬ト交換シテ鹽類ヲ作ル	酸ニ遭テ己ガ性分ナル金屬ト酸中ノ水素トヲ交換シテ中性物ヲ作ル

18, 鹽類 酸ト鹽基ガ中和シテ成シタル化合物ニシテ酸性モ無ク鹽基性モ無シ故ニ如斯モノヲ中性物ト云フ  
例ヘバ



故ニ一般





諸元素ノ週

群	一價	二價	三價	四價	五
級	$R_2O$	$R_2O_2$ 即 $RO$	$R_2O_3$	$RH_4$ $R_2O_4$ 即 $RO_2$	
1	${}_1H$				
2	$Li_7$	$Be_9$	$R_{11}$	$C_{12}$	
3	${}_{23}Na$	${}_{24}Mg$	${}_{27}Al$	${}_{28}Si$	
4	$K_{39}$	$Ca_{40}$	$Se_{44}$	$Ti_{48}$	
5	${}_{63}Cu$	${}_{65}Zn$	${}_{69}Ga$		
6	$Rb_{85}$	$Sr_{87}$	$Y_{89}$	$Zr_{90}$	
7	${}_{108}Ag$	${}_{112}Cd$	${}_{114}In$	${}_{188}Sn$	
8	$Cs_{133}$	$Ba_{137}$	$La_{138}$	$Ce_{140}$	
9					
10			$Yb_{173}$		
11	${}_{197}Au$	${}_{200}Hg$	${}_{204}Tl$	${}_{207}Pb$	
12				$Tl_{231}$	

期律一覽

價	六價	七價	八價
$RH_3$ $R_2O_5$	$RH_2$ $R_2O_6$ 即 $RO_3$	$RH$ $R_2O_7$	$(R_2H)$ 水素化合物 $R_2O_8$ 即 $RO_4$ } 高酸素化合物
$N_{14}$	$O_{16}$	$F_{19}$	
${}_{31}P$	${}_{32}S$	${}_{35.5}Cl$	
$V_{51}$	$Cr_{52}$	$Mn_{55}$	$Fe_{56}, Co_{59}, Ni_{59}$
${}_{75}As$	${}_{78}Se$	${}_{80}Br$	
$Nb_{94}$	$Mo_{96}$		$Ru_{101}, Rh_{101}, Pd_{106}$
${}_{120}Sb$	${}_{125}Te$	${}_{127}$	
$Bi_{142}$			
$Ta_{182}$	$W_{184}$		$Os_{199}, Ir_{193}, Pt_{195}$
${}_{208}Bi$			
	$U_{240}$		



# 非金屬元素

※

酸素 記號 O 原子量 15.96

**所在** 窒素ト混シテ空氣トナリ水素ト化合シテ水トナリ其他各種ノ酸化物ヲ成シテ多量ニ存在セリ

**性狀** 無色無味無臭瓦斯ニテ強ク他元素ト化合シテ酸化物ヲ作ル而シテ植物質色素ヲ直接ニ漂白ス

**製法** 二法アリ次ノ如シ

- A. 閉管中ニ酸化水銀或ハ鹽酸加里ヲ熱スルヲ
- B. ふらすこ中ニ酸化滿僂末ト鹽酸加里ノ等量ヲ容レテ熱シ導管ニテ之ヲ水槽中ノ倒壺ニ集ムルコト

**酸化並ニ還元** 或物ガ酸素ト化合スルヲ酸化ト云ヒ又酸化物中ノ酸素ヲ脱セシメテ原體ニ復セシムルヲ還元ト云フ

**鹽酸加里** 熱スレバ酸素ヲ放出ス而シテ其成分ヲ示サバ

鹽素	...	...	35.37	(鹽酸加里全量中)
加里	...	...	39.04	( " " " )
酸素	...	...	47.88	( " " " )
鹽酸加里	...	...	122.29	( " " " )

**前結果** ヨリ其化合式ヲ作ルヲ 鹽素原子量 35.37 又加里原子量 39.04 故ニ鹽酸加里中鹽素ハ 39.37 即チ其原子量ノ一倍ヲ含ミ又加里モ一倍ヲ含ム而シテ酸素ハ 47.88 ÷ 15.96 = 3 即チ三倍ヲ含ムヲ次ノ如シ

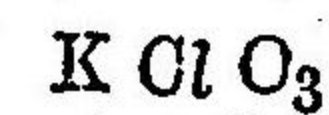
鹽素 Cl ... 35.37 ÷ 35.37 = 1

加里 K ... 39.04 ÷ 39.04 = 1

酸素 O ... 47.88 ÷ 15.96 = 3

∴ Cl = 1, K = 1, O = 3,

即チ鹽酸加里ノ化合式ハ



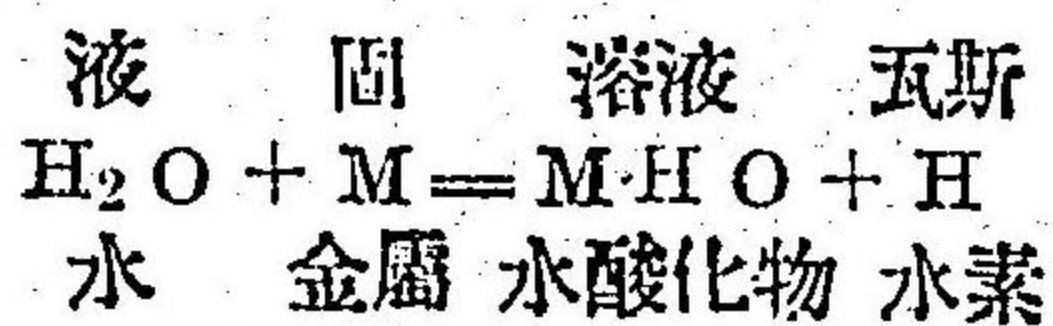
**おぞーん** 空中或ハ酸素中ニ電氣ヲ通シテ求メ得ル O<sub>3</sub> ナル化合物ナリ青色ヲ帶ビ劇烈ナル火藥臭アル瓦斯ニテ酸化力ハ酸素ヨリ一層強烈ナリ

水素 記號 H 原子量 1.0

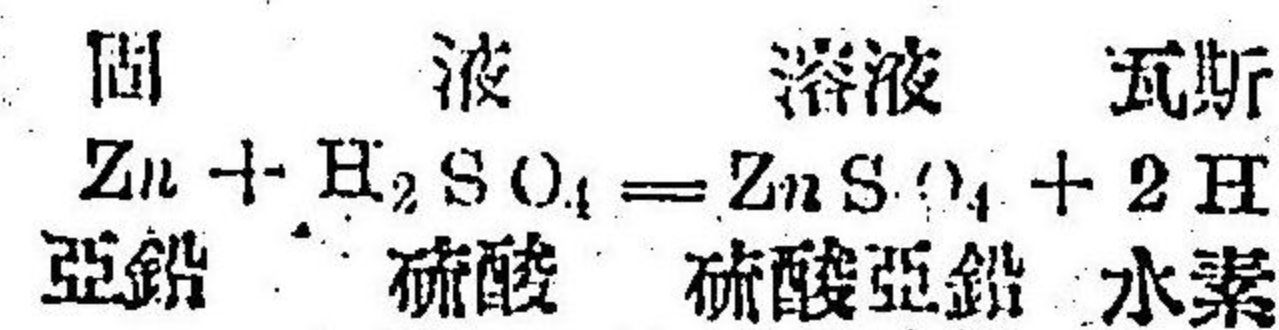
**所在** 酸素ト化合シテ水トナリ又火山口等ニ遊離シテ存在スルヲアリ

**性狀** 無色無味無臭ノ瓦斯ニテ萬物中尤モ輕ク氷點下 150° ニ於テ強壓力ヲ加フレバ靑液トナル又コノ瓦斯ハ燃燒シテ水ヲ生ズ

**酸化シ易キ金屬ガ水ニ遭ヒテ起ル結果** ハ水素ヲ遊離セントスルコト次式ノ如シ



**製法** ふらすこ中ニ亞鉛屑ヲ容レ之ニ稀硫酸ヲ注ギテ發生スル瓦斯ヲ導管ニテ上向法ヲ以テ空壺ニ集ム



前式ノ結果ヲ完全ナラシメンガマメ亞鉛



## ト硫酸トノ量

$$\text{H}_2 \dots \dots 2 \times 1 = 2 \dots \text{水素重量}$$

$$\text{S} \dots \dots 1 \times 32 = 32 \dots \text{硫黄}$$

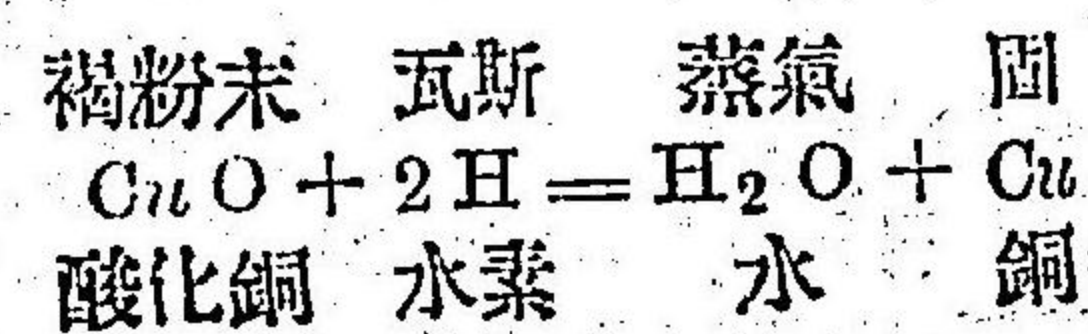
$$\text{O}_4 \dots \dots 4 \times 16 = 64 \dots \text{酸素}$$

$$\therefore \text{H}_2\text{SO}_4 \dots 2 + 32 + 64 = 98 \dots \text{硫酸重量}$$

即チ硫酸重量 98 ニ對シテ亞鉛重量 65 ナ混ズレバ可ナル

ヲ知ル

熱灼管中ノ酸化銅ニ水素ヲ通ズレバ 其  
反應次ノ如シ



**水ノ性狀** 無色無味無臭ノ液ナレモ重サナルニ從  
ヒ漸次青綠色ヲ帶ビ  $0^\circ$  ノ  $4^\circ$  迄ハ冷却スルニ從ヒ收縮スレ  
モ  $4^\circ$  ナ過グレバ反テ甚ク膨脹スルノ特性ヲ有ス又  $100^\circ$  ニ  
熱スレバ水蒸氣トナル而シテコノ液ハ能ク鹽類ヲ溶解ス

**飽和溶液** 水ハ其分子間ニ鹽類ノ分子ヲ容レテ能  
ク之ヲ溶解スト雖モ充分溶解スレバ 其上溶解セシムルヲ能  
ハズ 即チコノ充分溶解シタル液ヲ飽和溶液ト云フ 而シテ常  
溫飽和溶液モ熱スレバ尙能ク或度迄溶解セシムルヲ得之ヲ  
熱飽和溶液ト云フ

**結晶水** 結晶形ヲ維持スルガ爲メニ要スル水ナリ  
即チ硫酸銅  $\text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$  ニ於テ  $5\text{H}_2\text{O}$  ハ硫酸銅  
(丹礬)ノ結晶水ナリ

**硬水軟水** 硬水トハ炭酸石灰・硫酸石灰等ヲ多量  
ニ溶解シタル水ニシテ皮膚ヲ粗ニシ絹物ノ光澤ヲ奪ヒ且飲



欠

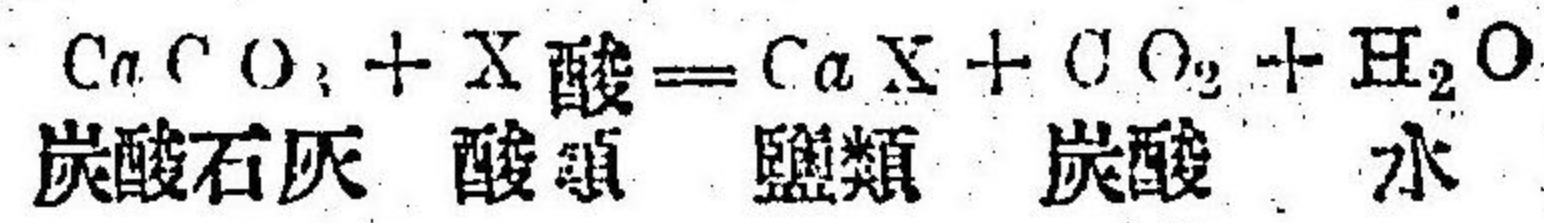
MISSING



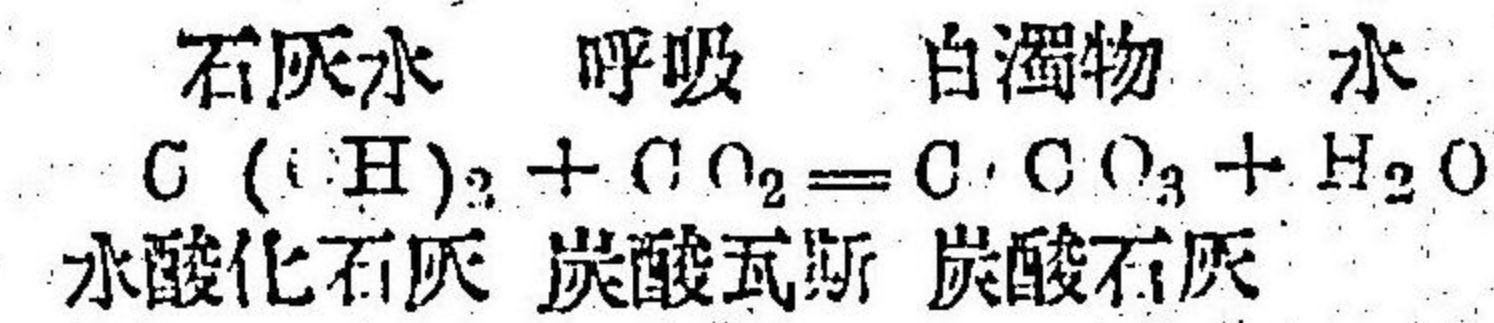
酸化合物ヲナセリ

性狀 無色透明無味無臭ノ瓦斯ニシテ動物ハ此瓦斯中ニ死滅ス而シテ炭酸水ハ佳味ヲ有シ胃ノ消化ニ功アリ凡テ炭酸鹽ハ酸ニ遭テ沸騰シ炭酸瓦斯ヲ放出ス

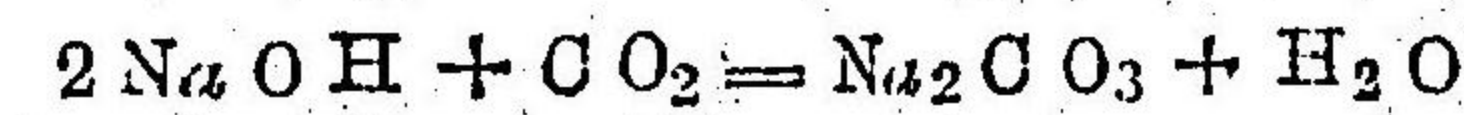
製法 石灰石ニ硫酸或ハ鹽酸ヲ注グテ可トス



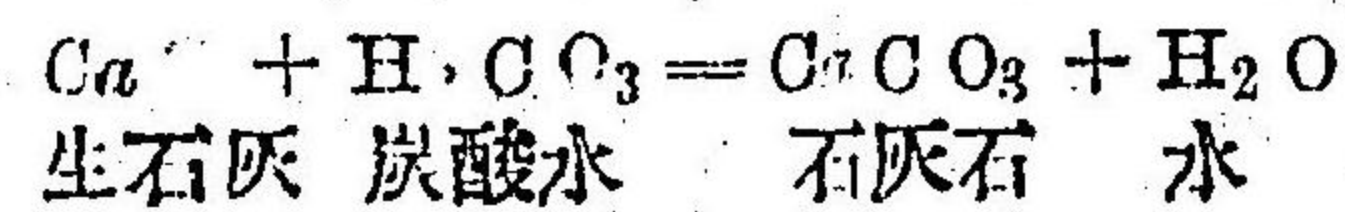
石灰水ニ動物呼吸ヲ通ズレバ



苛性曹達或ハ加里ニ炭酸瓦斯ヲ通ズレバ

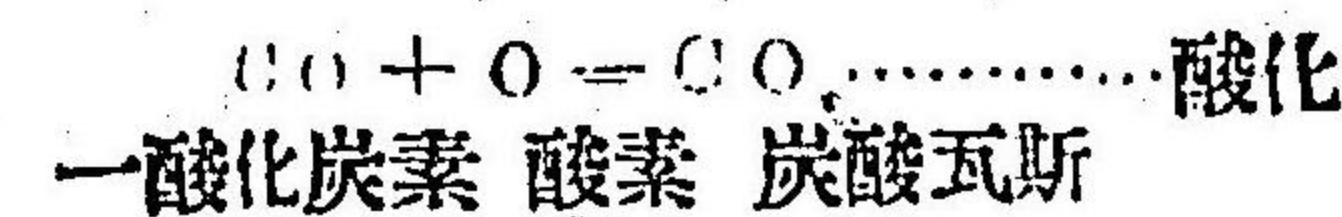
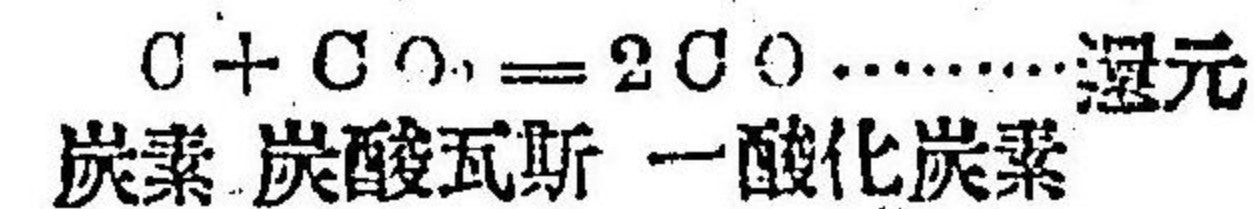


生石灰ガ炭酸水ニ遭レバ



らむねノ製法 石灰石ト硫酸ヲ混シテ發生スル炭酸瓦斯ヲ導管ニテ瓦斯溜ニ水洗シ更ニ此瓦斯ヲ砂糖水ニ充分溶解セシメテ堅牢ナル壘詰トナス

一酸化炭素 燃燒不充分ヨリ生ズル無色毒性ノ瓦斯ナリ

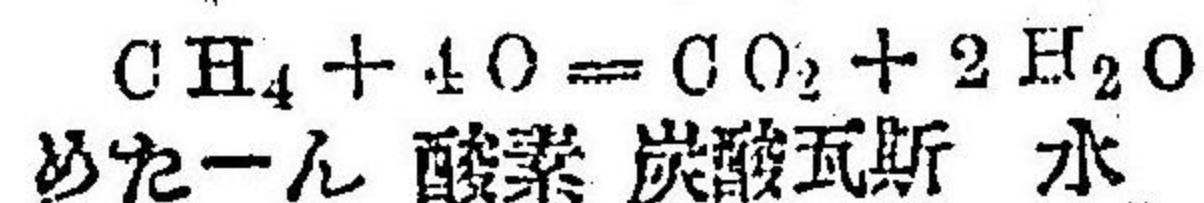


めたーん(CH<sub>4</sub>)即チ沼氣 坑底其他池沼中ヨリ發生スル無色可燃性ノ瓦斯ニテ若シ空氣ヲ混シテ點火セ

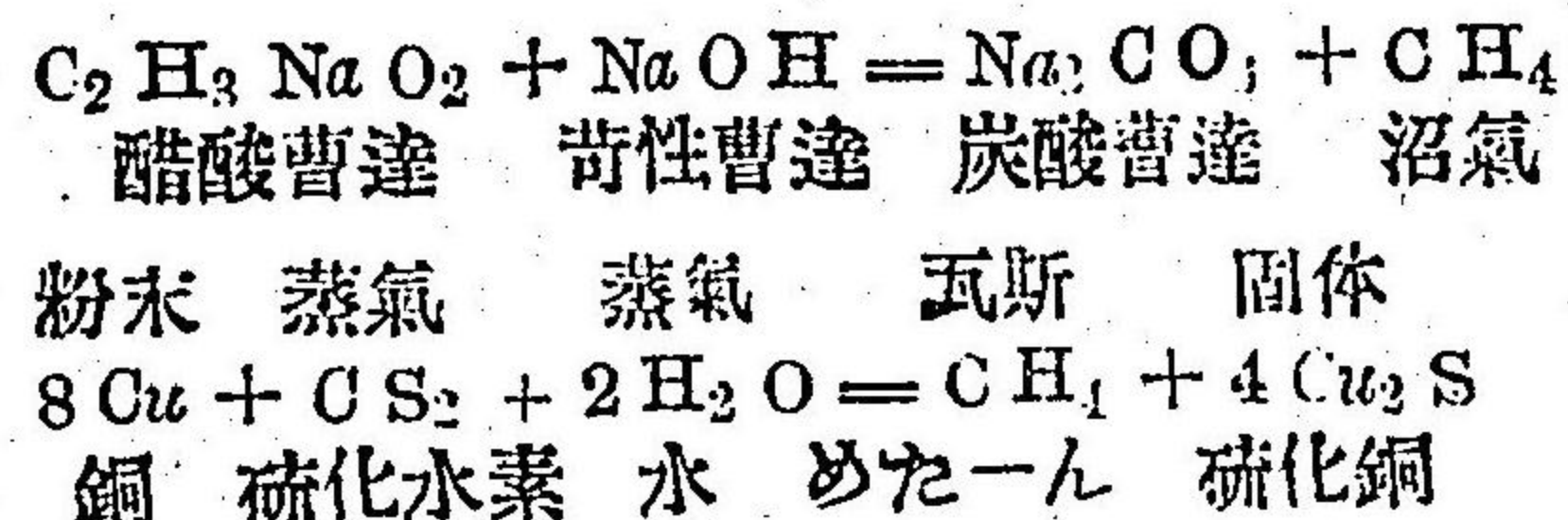


ハ大ニ爆鳴ス故ニ此混合瓦斯ヲ爆鳴瓦斯ト云フ

メタンノ燃焼



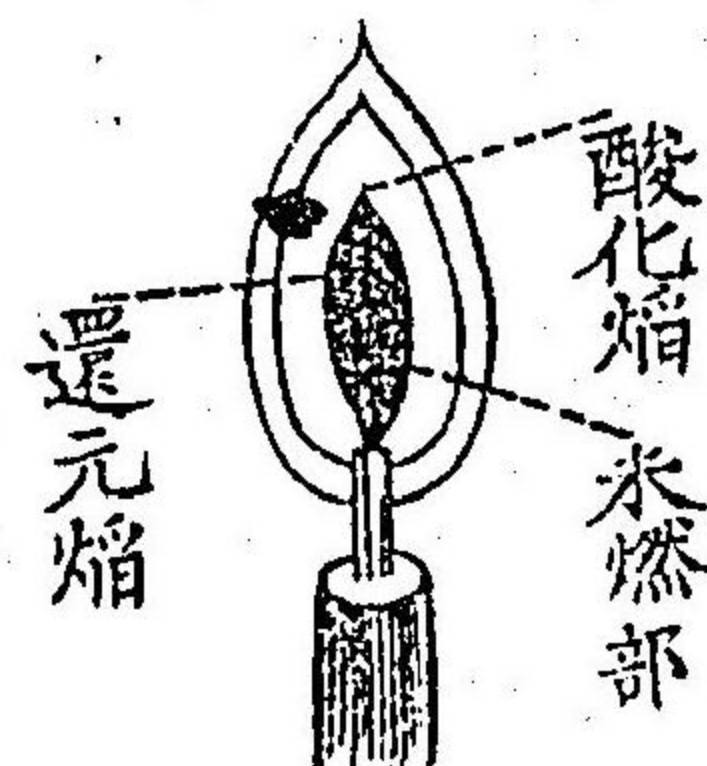
製法 池沼ノ底ヲ棒ニテ突ク其ハメタンハ泡トナリテ水上ノ下向壺ニ集ムルヲ得ベシサレド人造ニテハ次ノ式ニ由ル



火 焰

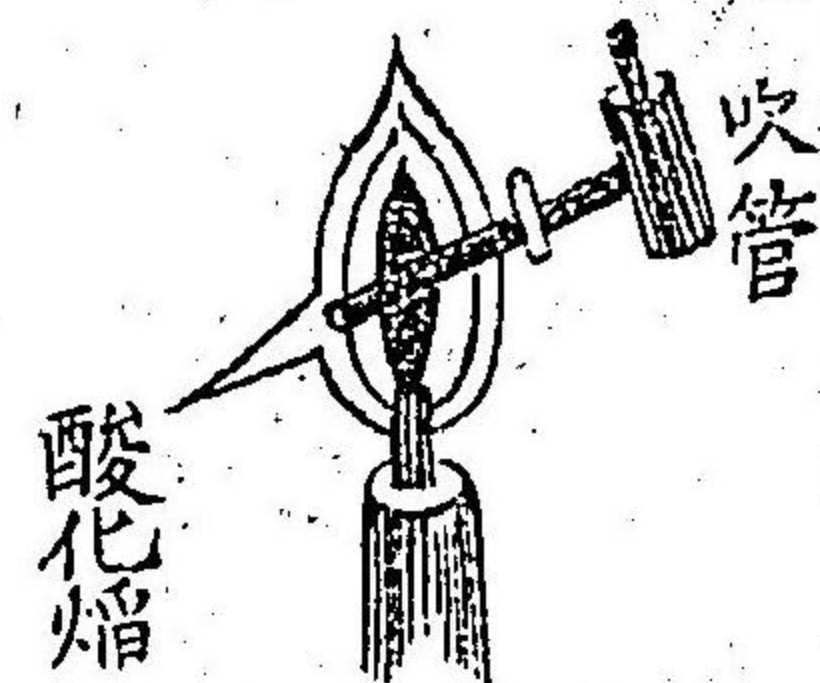
構造 火焰ノ内心ハ無色ニシテ外部ハ赤色並ニ青色ヲ呈シ中部ハ明光ヲ發スルヲ見ルベシ 即チ外部ハ空氣ニ觸レテ酸化セルモノ之ヲ酸化焰ト稱シ中部ハ其熱ヲ受ケテ白光ヲ發スルモノ之ヲ還元焰ト云フ

還元法 酸化物ヲ還元セシメントスルニハ吹管ノ尖頭ヲ火焰ニ少ク挿入シテ吹キテ其出焰ニ酸化物ヲ觸レシムベシ



酸化法 金屬ヲ酸化

セシメントスルニハ吹管ノ尖頭ヲ火焰ニ深ク挿入シテ外焰ノ内裏ニ至ラシメテ吹キ其横出焰ニ金屬ヲ觸レシムベシ



炭臺法 厚三分幅五分長三寸並ニ切裁シタル朴炭

ノ平面ノ一端近ク小孔ヲ穿チ之ニ試験セントスル 金屬或ハ鑛石ノ小片ヲ容レテ炭ヲ水平ニ支持シ 吹管酸化焰ト炭臺トチ一直線ニ彼ノ小孔ノ試物ニ吹キツケテ炭臺上遠近蒸皮ヲ見テ試験スルノ法ナリ 此等ノ反應表ハ本書附録諸表中ニ詳ナリ

珠球着色法 白金線頭ヲ小環トシテ之ヲ燒キテ

礬砂末或ハ燐鹽ヲ附着セシメテ再ビ燒キ固ムレバ 小環ニ玻璃様ノ珠球ヲ得ベシ 因テ之ニ試物ノ小片ヲ附シテ吹管焰ヲ以テ熔融セシムレバ珠球及ビ焰ノ種類ニ由リテ種々ノ着色ヲ見ルベシ

焰色 試物ニ鹽酸ヲ注ギテ白金線頭ニ附シ之ヲ火

焰ニ觸レシムレバ種々ノ焰色ヲ呈スベシ

試 物	焰 色
石 灰	橙 赤
すじろんちゆむ	美 紅
りしゆむ	紫 紅
曹 達	黄
加 里	紫
銅	美青(後ニ美綠)
わんちゆむに一 砒素 鉛	淡青綠
礬 素	綠

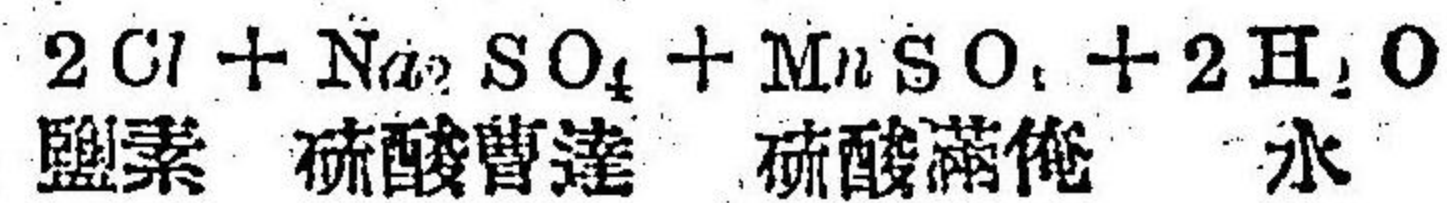
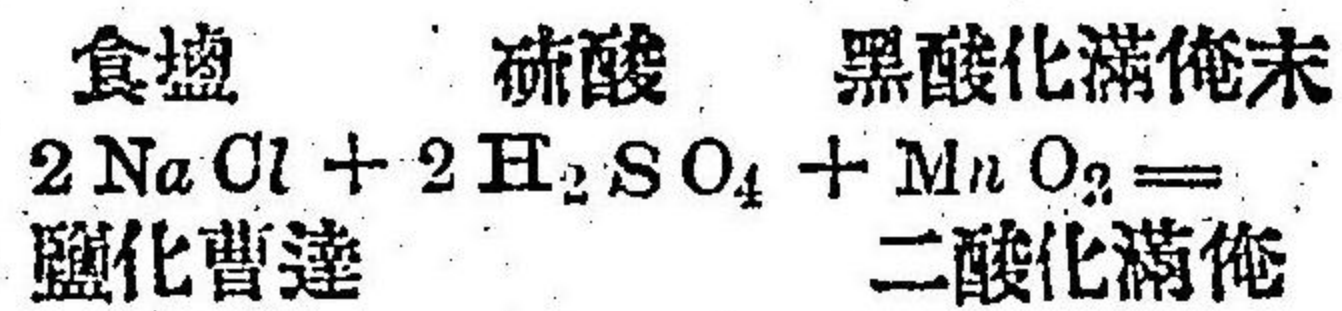


鹽素 紀號 Cl 原子量 35.37

所在 曹達ト化合シテ山鹽・海鹽トシテ多量ニ存在シ其他種々ノ鹽化物トナリテ産出ス

性狀 劇烈刺臭アル黄綠色ノ重キ瓦斯ニテ水ニ溶解シ同色液トナル此瓦斯ニ非常ノ寒冷及ビ壓力ヲ加フレバ綠色液トナル而シテ鹽素ト酸素ノ如ク強烈ナル化合力ヲ以テ特ニ水素ト結合スル傾向アリ又金屬トノ化合ハ酸素ト酷似セリ

製法



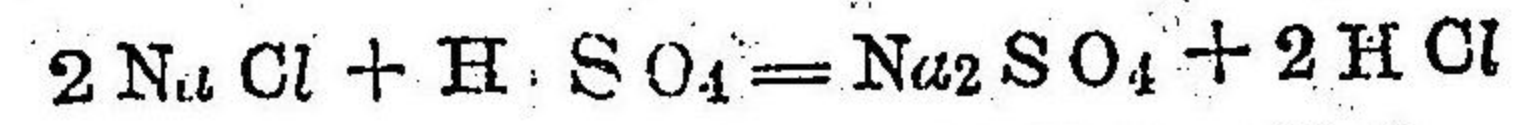
上向法並ニ下向法 水素ハ空氣ヨリ輕キヲ以テ上向シテ上器ニ移スヲ得ルモ鹽素ハ重キヲ以テ下向シテ恰モ水ヲ注入スルガ如ク下器ニ移スヲ得ルナリ 即チ前法ヲ上向法ト稱シ後法ヲ下向法ト稱ス

鹽酸(HCl)ノ所在並ニ性狀

火山口ニ瓦斯トナリ又鑛泉中ニ存在シ其他胃液トナリテ胃中ニアリ尙天然種々ノ鹽類ヲナス

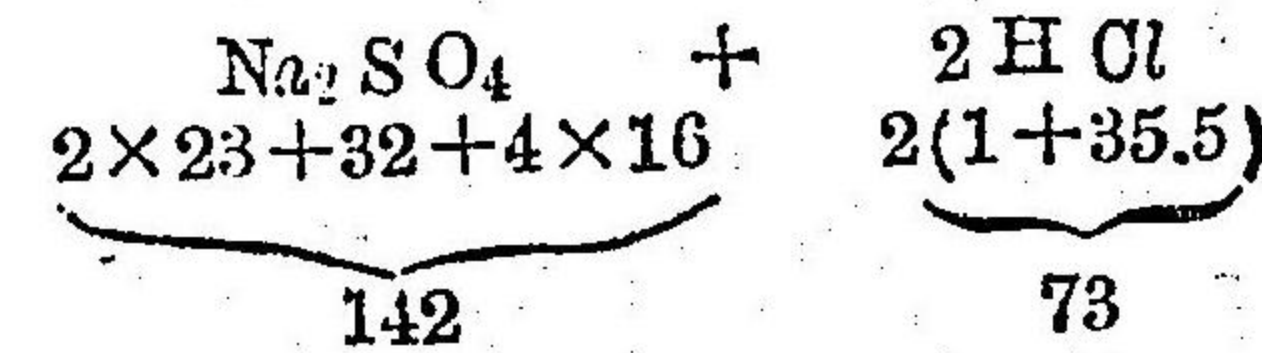
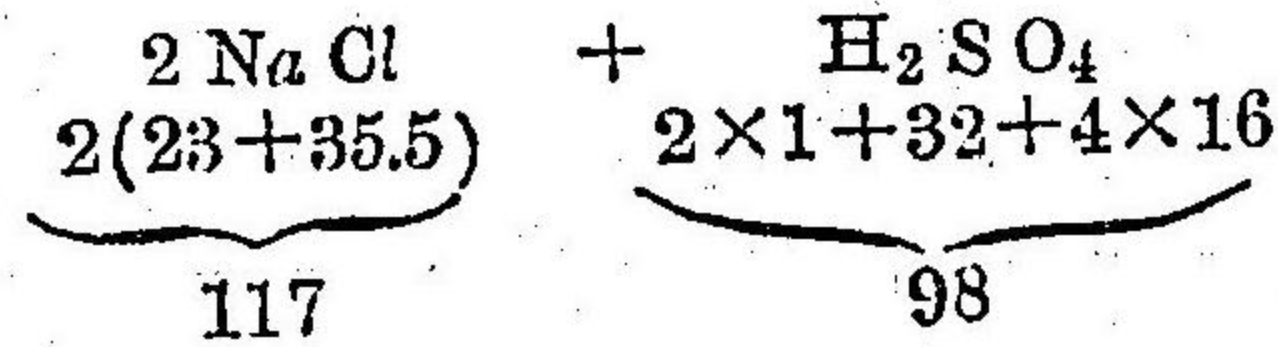
此酸ハ無色透明ノ液ニシテ強烈ナル酸性ヲ有シ水蒸氣並ニあむむにや瓦斯ニ遭テ白煙ヲ生ズ而シテ此酸ハ特ニ酸化物ヲ能ク溶解ス

製法



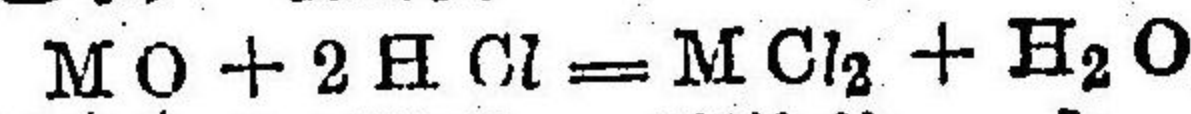
食鹽 硫酸 硫酸曹達 鹽酸

前式混合ノ量ニ對シテ鹽並ニ酸ヲ得ル量



即チ 142 ナル  $Na_2 S O_4$  ナ得ソニハ對量 117 ナル  $Na Cl$  ナ要スルコトヲ知ル

酸化物ト鹽酸



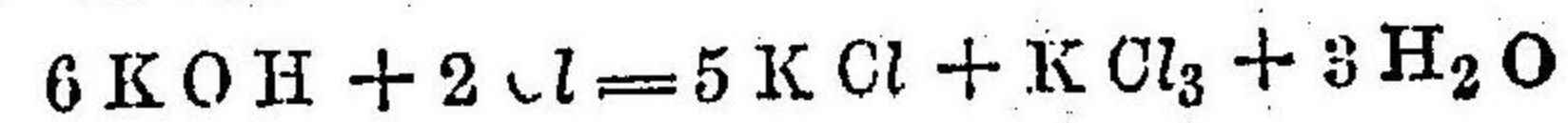
金屬酸化物 鹽酸 鹽化物 水

ころーるかるき(晒粉) 即チ鹽化石灰ハ消石灰ニ鹽素ヲ通ジタル粉末ニシテ水ニ溶解シテ植物性色素ヲ晒白セシムルニ用ユ

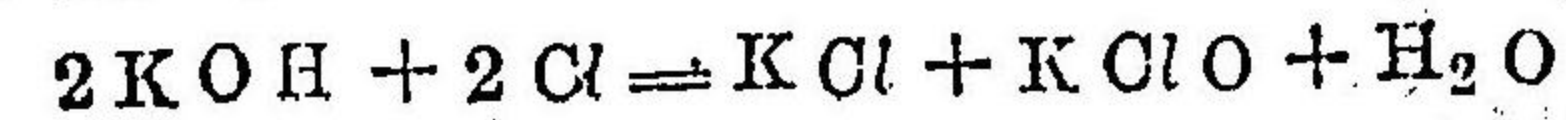
間接晒白 鹽素ガ植物性色素ヲ脱色セシムルハ水ニ媒助ヲ要ス而シテ其作用ハ鹽素ハ直ニ水中ノ水素ト結合シテ  $H Cl$  トナリ此際遊離ノ鹽素ガ植物性色素ヲ晒白スルモノナリ

故ニ鹽素ハ間接ノ晒白者ナリ

苛性加里液ニ鹽素ヲ通セバ



上式ハ苛性加里液ノ温ナル場合ナリ若シ稀薄ナレバ



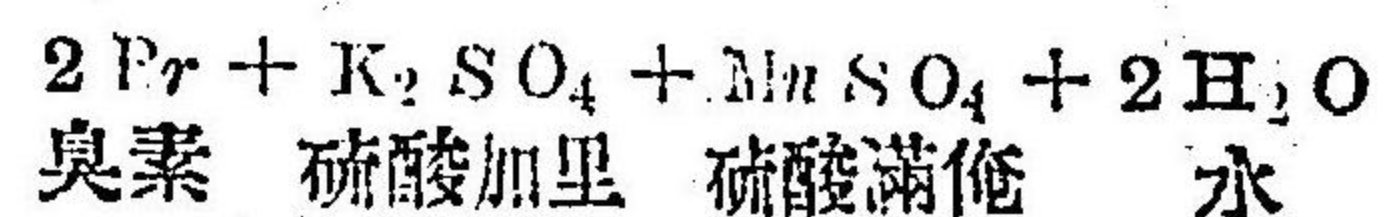


臭素 記號 Br 原子量 79.75

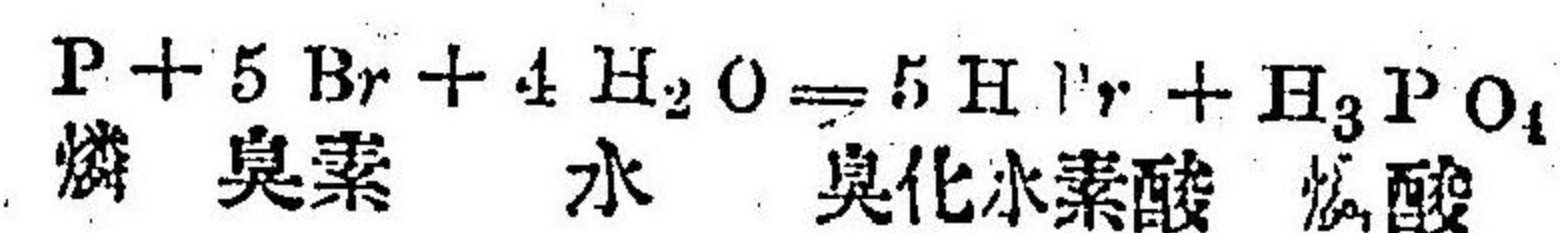
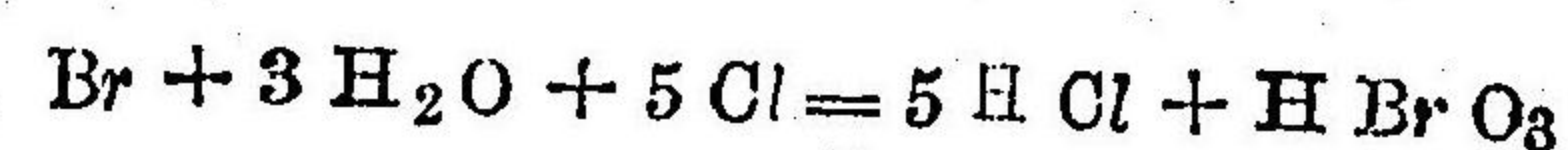
所在 加里類ト化合シテ少数ノ鹽類ヲナシテ海水中ニ存在シ又希ニ他ノ化合物トナリテ産出ス

性狀 其名ノ如ク惡刺臭アル褐液ニシテ揮發シ易ク沸騰セバ褐色瓦斯トナル 而シテ其金屬ト單獨ニ結合スルノ狀鹽素ニ酷似セリ

## 製法



## 臭化水素酸(HBr)

臭酸(HBrO<sub>3</sub>)

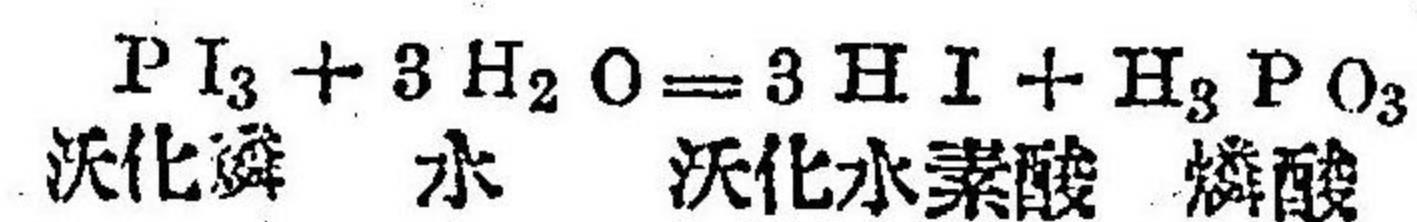
沃素 記號 I 原子量 126.53

所在 臭素ト同様ニ鹽類トナリテ海水中ニ存在ス 而シテ又海草ハ能ク沃素ヲ吸收セリ 其他化合物トナリテ稀ニ産出ス

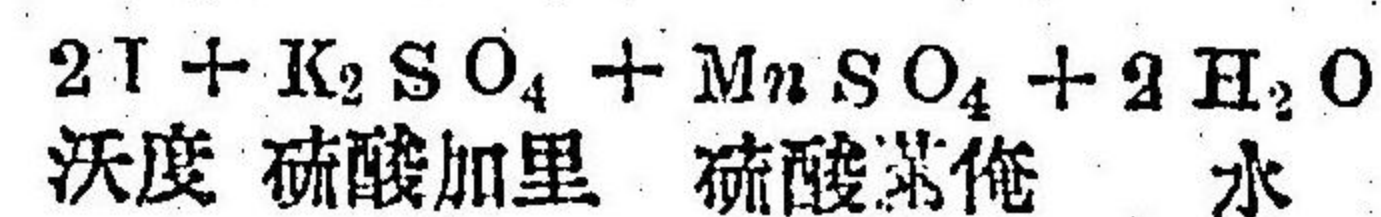
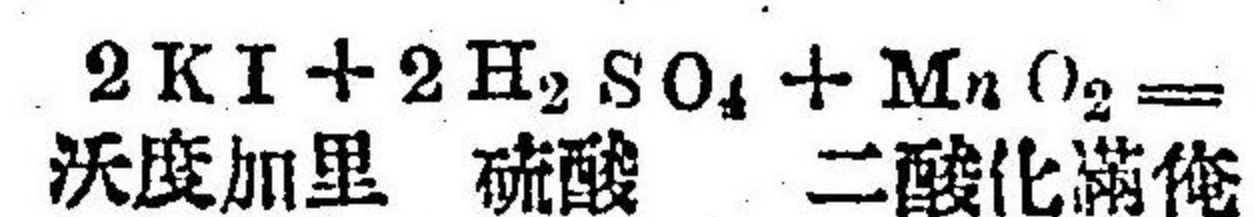
性狀 金屬光灰褐色針狀ノ結晶ナレバ熱スレバ美ナル紫色瓦斯トナリ強キ刺臭(鹽素臭ニ似タリ)アリテ水ニ少シク溶解シあるニハ容易ニ溶解シ褐色液ナル 沃度丁幾トナル又硫化炭素並ニこるるニハ溶解シテ紫色液トナル 而シテ金屬ト化合スル狀ハ鹽素臭素ニ酷似セリ 又沃度

ハ澱粉ヲ紫色ニ變化ス

## 沃化水素酸(HI)



## 製法

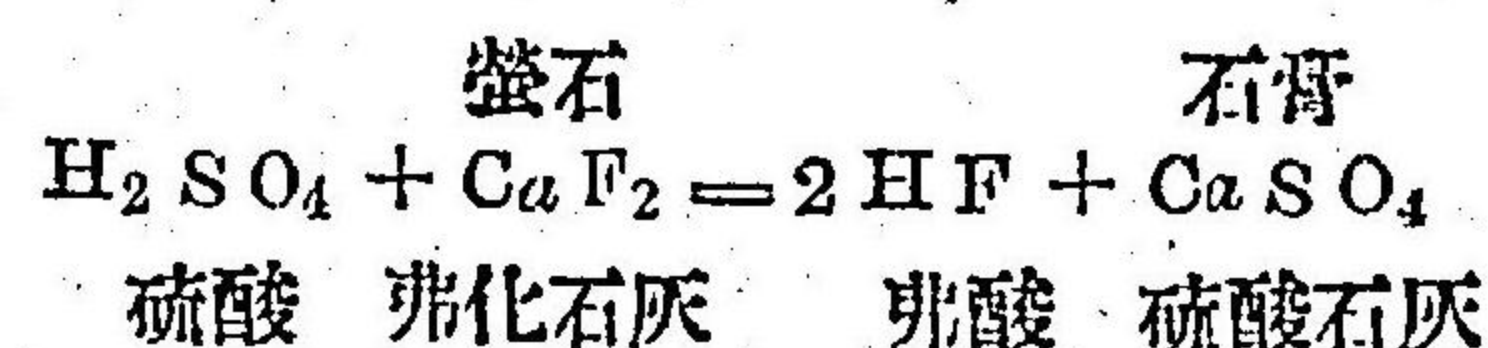


弗素 記號 F 原子量 19.1

所在 石灰ト化合シテ螢石トナリあるみにゆむト 化合シテ水晶石トナリテ存在シ又黃玉石中ニ少量ヲ含ム

性狀 劇烈ナル腐蝕性アル無色ノ瓦斯ニシテ黃薑紙ヲ赤變ス 水素ト化合シテ弗化水素酸(HF)ヲ作り好シテ硝子ヲ腐蝕スルノ性アリ 而シテ弗素ハ各物ヲ犯シ只白金屬ノニ其害ヲ免ル、ヲ得

## 弗化水素酸(HF)



硫黃 記號 S 原子量 31.98

所在 火山口ヨリ噴出シ硫黃泉ヨリ遊離シ又硫化水素並ニ諸種ノ硫化物トナリテ莫大ニ産出ス

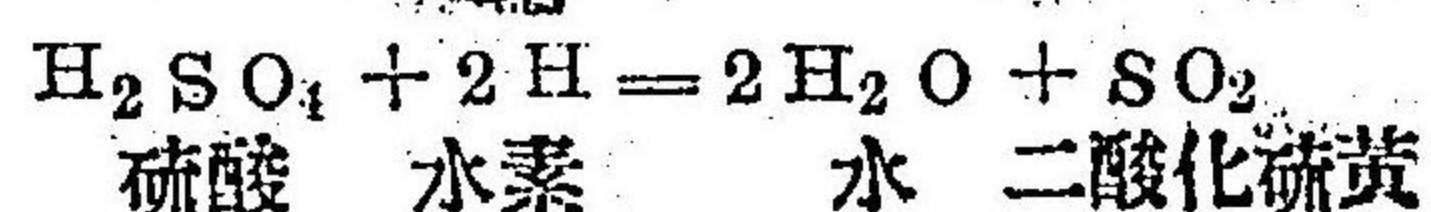
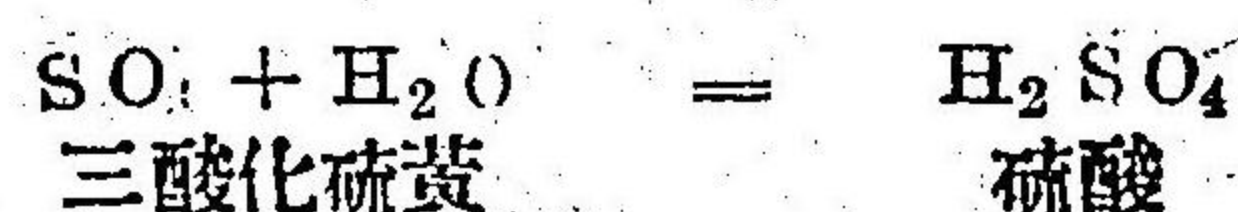
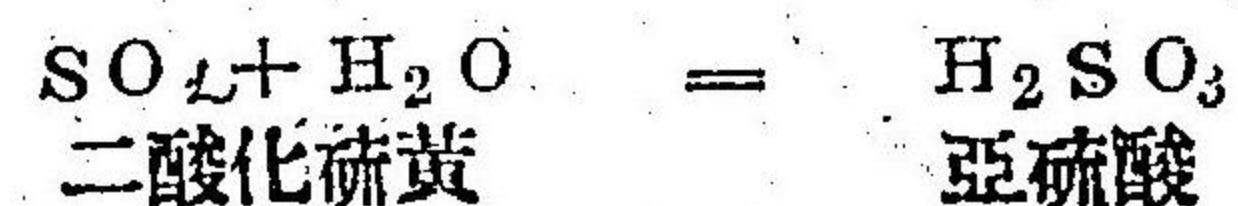
性狀 黄色透明結晶ヨリ塊狀土狀ナルモノアリ質脆ク脂光アリ電氣不良導體ニシテ熱スレバ橙色液トナリ高



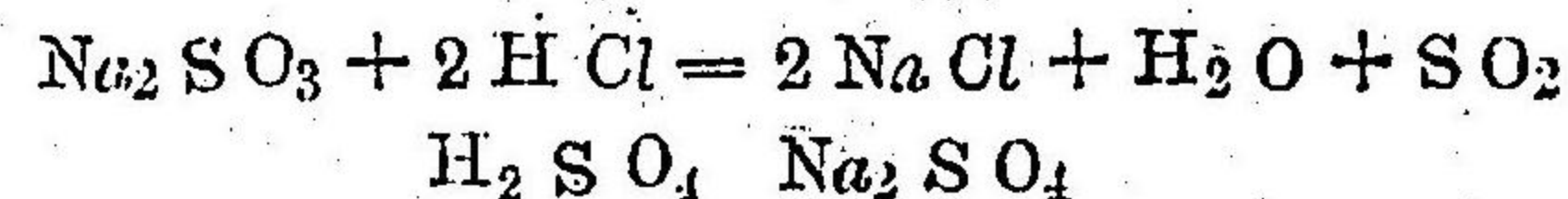
温ニテ昇華ヲナス今其溶液ヲ水中ニ投ズレバ膠狀ノ硫質ト化ス凡テ硫黄ニ點火スレバ青燐ヲ擧ゲテ燃焼シ亞硫酸瓦斯ノ窒息臭ヲ發ス而シテ硫黄ハ同質異形体ヲナス

**製煉** 不純品並ニ硫化礦物ヨリ硫黄ヲ製煉スルニハ元料ナレトモニ入レテ熱スレバ硫黄分ハ氣化シテ昇華シ其昇華ハ融合セシメテ型ニ流シ込ムベシ

**二酸化硫黄(SO<sub>2</sub>)** 即チ亞硫酸瓦斯  
天然火山口ニ存在シ又硫酸ノ燃焼ニ由テ生ズルモノナリ窒息劇臭アリテ水ニ溶解ス而シテ此水ハ酸性ヲ帶ブ又此瓦斯ハ植物性色素ヲ脱色セシムルノ性アリ

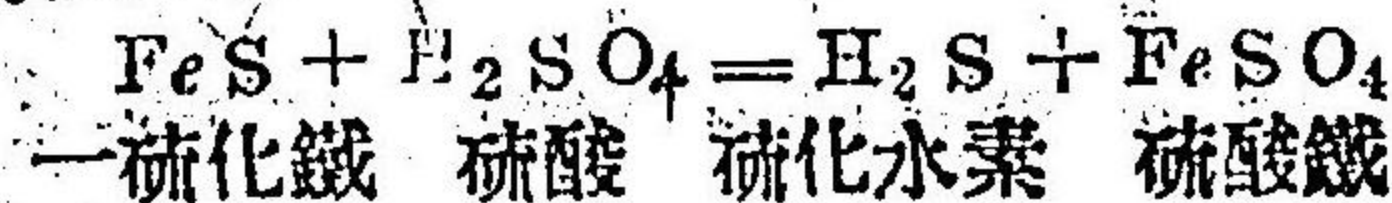


**亞硫酸曹達ト酸ノ作用**

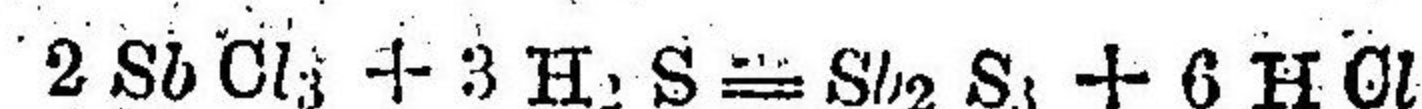
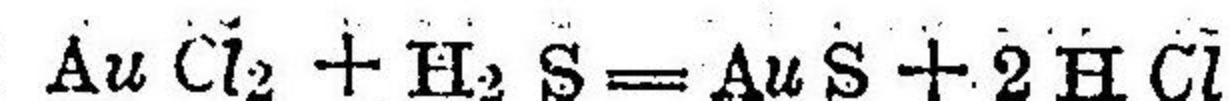
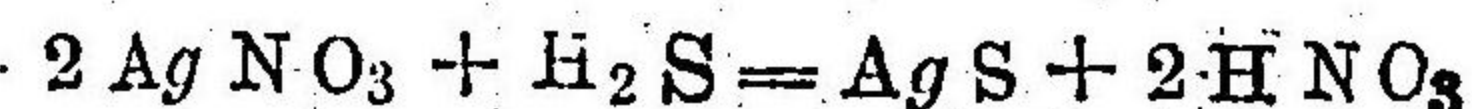


**硫化水素(H<sub>2</sub>S)** 火山瓦斯、温泉等ニ含ミ又動物ノ廢物ノ分解ヨリ發生スルアリ此瓦斯ハ不快ノ惡臭アリテ有毒ナリ空中ニ燃焼シテ亞硫酸瓦斯ト水ヲ生ズ而シテ硫化力強キガタメ特種ノ用途アリ

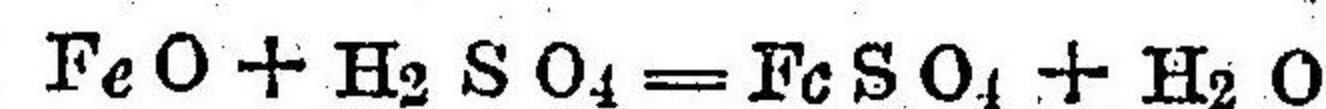
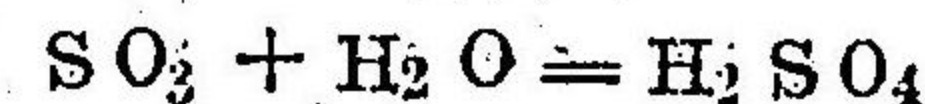
**製法**



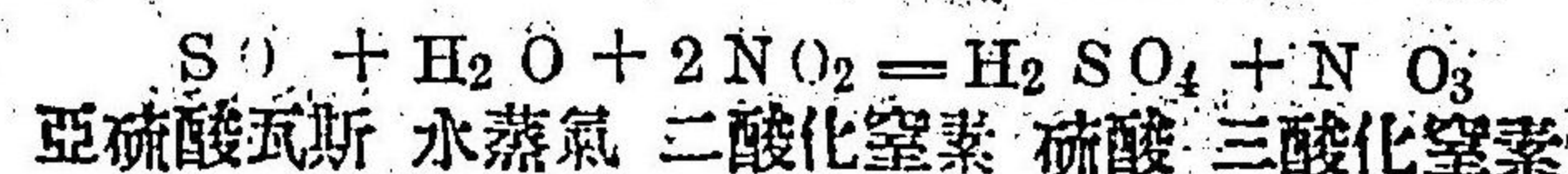
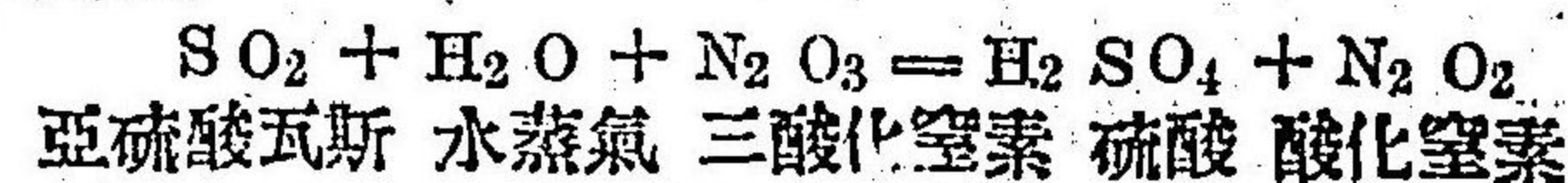
鹽類ニ硫化水素ヲ通ズレバ



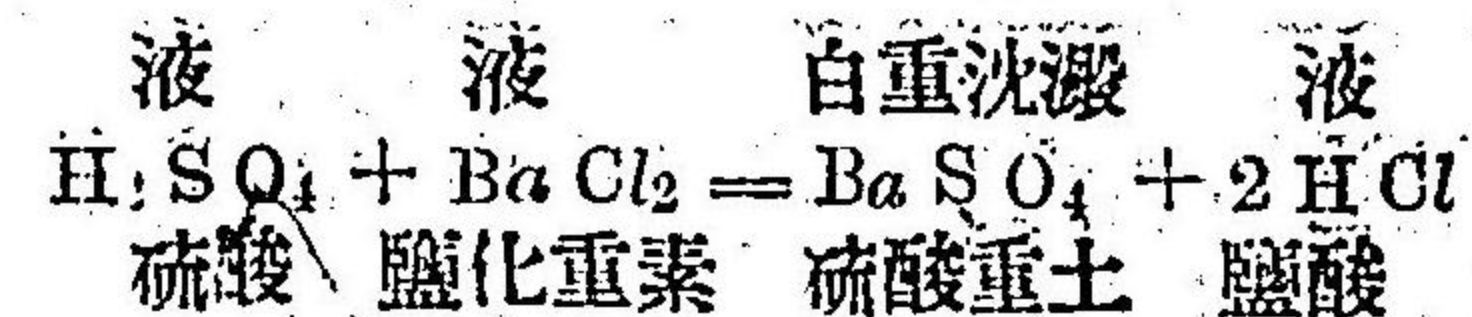
**硫酸(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)** 無色透明ノ粘重液ニシテ劇烈ナル性ヲ有シ冷却スレバ無色結晶トナル又水ト結合スル力強キヲ以テ有機物ニ觸ルレバ忽チ其水分ヲ奪ヒ炭化セシメテ黑色トナス又此酸中ニ水ヲ滴下スレバ大ニ熱ヲ生シ爆烈散亂スル危險アリ故ニ稀硫酸ヲ製スルニハ水中ニ除々強硫酸ヲ注加スベキナリ凡テ硫酸ハ取扱上大ニ注意ヲ要ス



**製法**



**驗出法** 硫酸ヲ驗出スルニハ其試驗物ノ溶液中ニ鹽化重素液ヲ注グベシ若シ硫酸存在セバ白色結晶頑固ナル重沈澱ヲ生ズベシ



**重要硫酸鹽類**

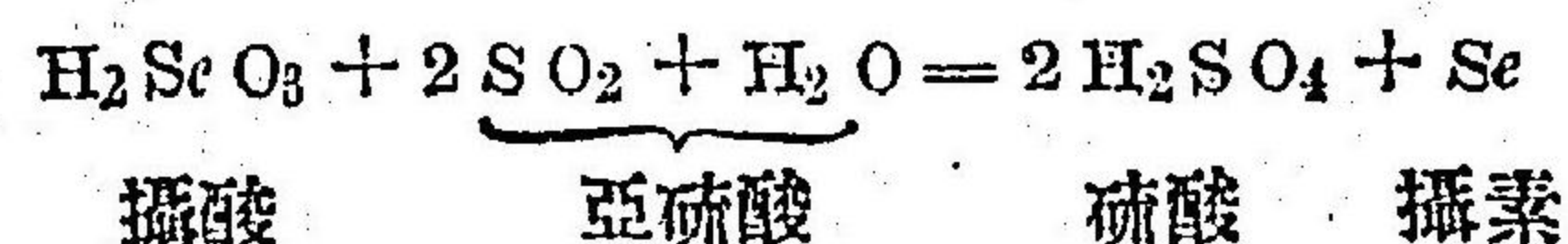
- FeSO<sub>4</sub> + 7H<sub>2</sub>O ... 綠礬
- CuSO<sub>4</sub> + 5H<sub>2</sub>O ... 丹礬
- ZnSO<sub>4</sub> + 7H<sub>2</sub>O ... 藍礬
- Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> + K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 24H<sub>2</sub>O ... 明礬



攝素 記號 Se 原子量 78.0

所在並ニ性狀 攝素(せれにゆむ)ハ硫黄ト酷似ノ性ヲ有シ硫黄ニ隨伴シテ少量ニ産ス 橙赤色ノ硫黄ハ即チ攝素ヲ含ムモノナリ其臭氣ハわさびニ類ス

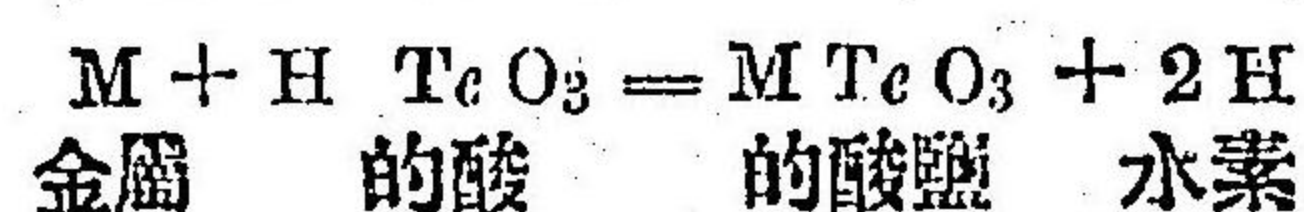
攝酸ヨリ攝素遊離法



的素 記號 Te 原子量 125.0

所在並ニ性狀 的素(てるりゆむ)ハ硫黄ニ酷似シテ金銀或ハ他ノ金屬ト結合シテ少量ヲ産ス 此物ハ白金光ヲ有シ空中ニテ青綠焰ヲ發シテ燃燒シ白色ノ酸化物 TeO2ヲ生ズ

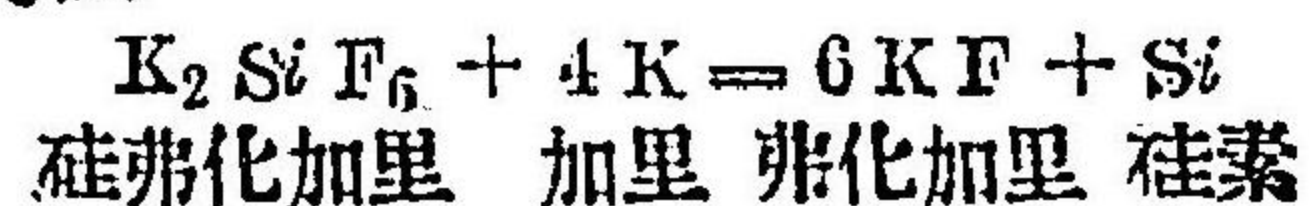
的酸 H2TeO3 的素ヲ硝酸ニ溶解シテ蒸發シ得ルトコロノ結晶物ヲ水ニ溶解セシムレバ的酸ヲ得ベシ



硅素 記號 Si 原子量 28.0

所在並ニ性狀 硅酸 SiO2 及ビ硅酸鹽類トナリテ礫石・岩石・土類トナリテ莫大ニ産出ス而シテ硅素ニ三休アリ灰色光ノ針狀物・葉板狀黒鉛樣・褐色粉等ナリ 皆酸ニ犯サレズト雖モ弗化水素ニノミ犯サレ SiF4トナル

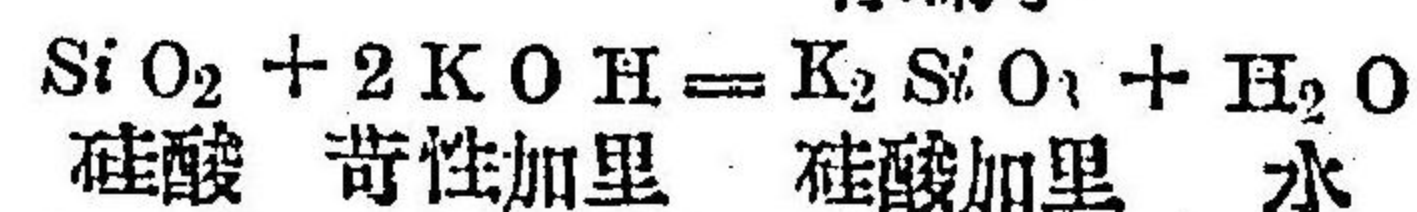
製法



硅酸ノ二様

- A. 透明結晶狀ノ水晶屬
B. 半透明不定形ノ玉髓屬

水硝子

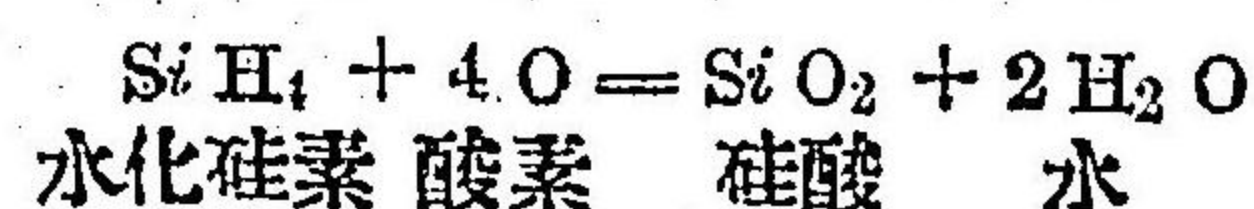


硅酸驗出法

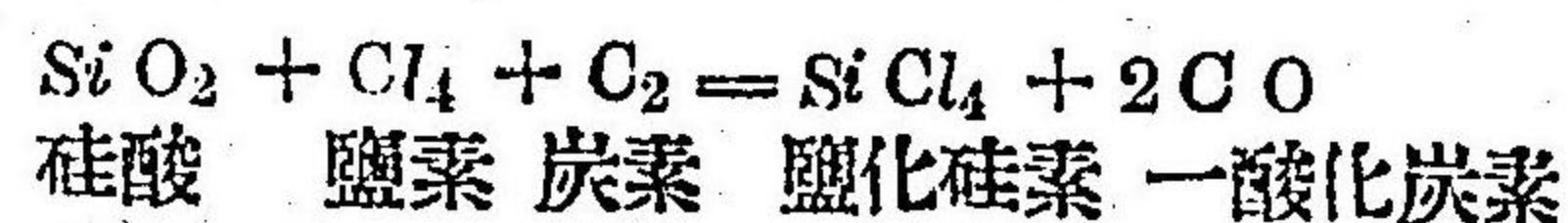
白金線頭ノ燐鹽球ニ試物ヲ熔融セシメテ白色霞狀ヲ呈セバ即チ SiO2ノ存在ヲ示スモノナリ又試物ヲ炭酸加里ト共ニ熔融シ之ヲ水ニテ洗出シ其液ニ HClヲ加ヘテゆするニ白色霞狀浮遊物ヲ得バ即チ其存在ヲ示ス

水化硅素(SiH4)

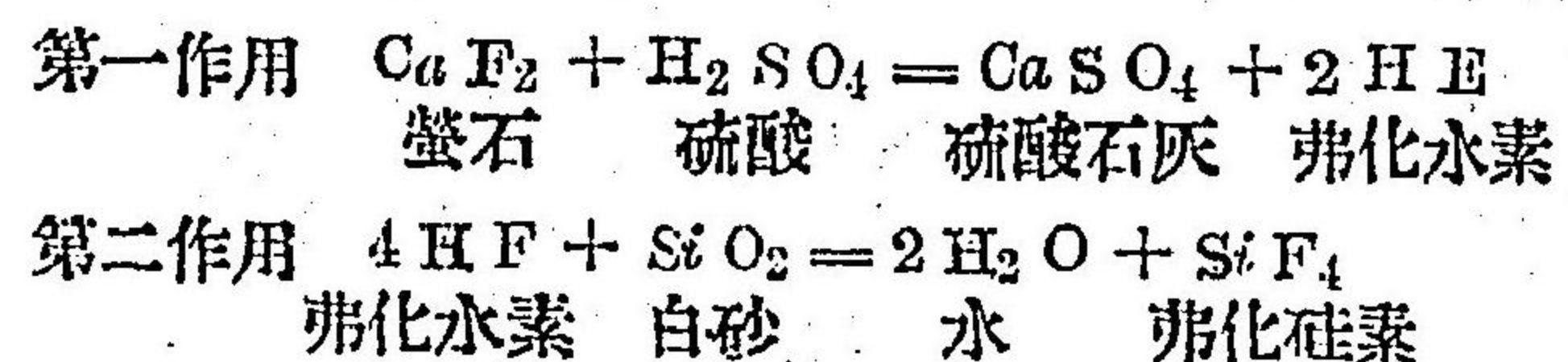
無色瓦斯ニテ Mgト Siノ混合物ニ HClヲ注グバ此瓦斯ヲ得而シテ空氣ニ觸ルレバ



鹽化硅素(SiCl4)



弗化硅素(SiF4)



硼素 記號 B 原子量 11.0

所在並ニ性狀 酸素及ビ曹達ト化合シテ硼砂トシテ産出シ又硼酸トシテ存在ス又二種ノ形ヲ有ス 即チ結



晶狀及び無定形ナリ灰色無定形及び八面体結晶ナリ結晶品ハ硬度9ヲ有ス又酸素或ハ鹽素中ニ強熱セバ酸化物或ハ鹽化物トナル而シテ又窒素ト正シク結合ス

硼素ノ重ナル化合物

- A. 硼酸 ...  $H_3BO_3$
- B. 硼砂 ...  $Na_2B_4O_7 + 10H_2O$

磷 記號 P 原子量 30.96

所在 燐灰石  $3Ca_3P_2O_8$   $CaCl_2$  トナリテ多量ニ産出シ其他少量ノ化合物トナリ 又動植物就中骨中ニ通常含有スルモノナリ

性状 帶黄色半透明ノ半固体ニシテ冷却セバ固結シ脆弱トナル水ニ溶解セズト雖モ 硫化炭素及び酒精ニハ溶解ス又少シク熱スルカ摩擦スレバ 發火シテ燃燒シ五酸化磷  $P_2O_5$  ナル白煙ヲ生ズ故ニ水中ニ蓄フベシ 此物ハ發火シ易ク且劇毒ナルヲ以テ取扱上大ニ注意スベキナリ 之ヲ黃磷ト云フ 而シテ黃磷ヲ密閉器中ニ高熱スレバ赤色ナル赤磷トナル

黃磷赤磷ノ比較

黃 磷	赤 磷
淡黄色 ... ..	...暗赤色
劇 毒 ... ..	...無 毒
空氣中常溫ニテ發火ス	...常溫ニテ發火セズ
惡臭アリ ... ..	...無 臭
硫化炭素ニ溶解ス ...	...硫化炭素ニ溶解セズ
發火容易ナリ ... ..	...容易ニ發火セズ
危險火奴ノ原料 ... ..	...安全火奴ノ原料

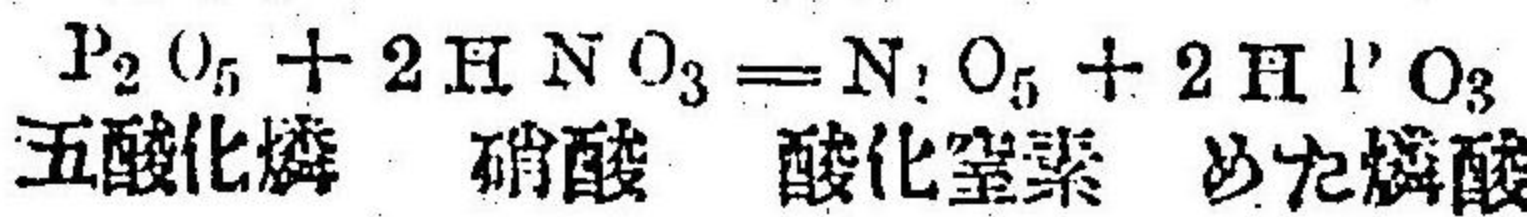
磷酸ノ重ナル三種

- A. をると磷酸 ...  $H_3PO_4 = PO(OH)_3$
- B. めた磷酸 ...  $HPO_3 = PO_2(OH)$
- C. びろ磷酸 ...  $H_4P_2O_7(OH)_4$

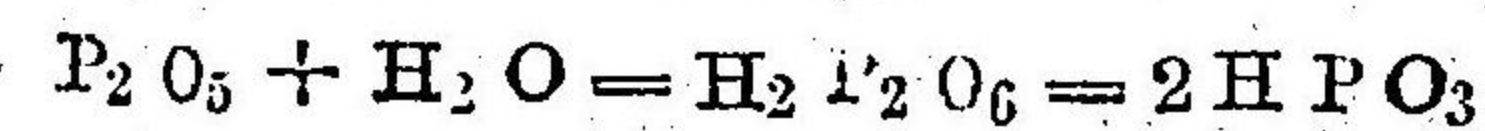
酸化磷ノ重ナル三種

- A. 一酸化磷 ...  $P_4O$
- B. 三酸化磷 ...  $P_2O_3$
- C. 五酸化磷 ...  $P_2O_5$

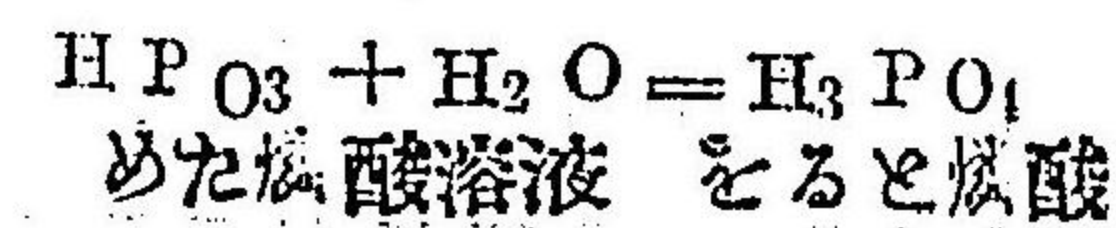
五酸化磷 白色粉末ニテ能ク水ニ溶解ス



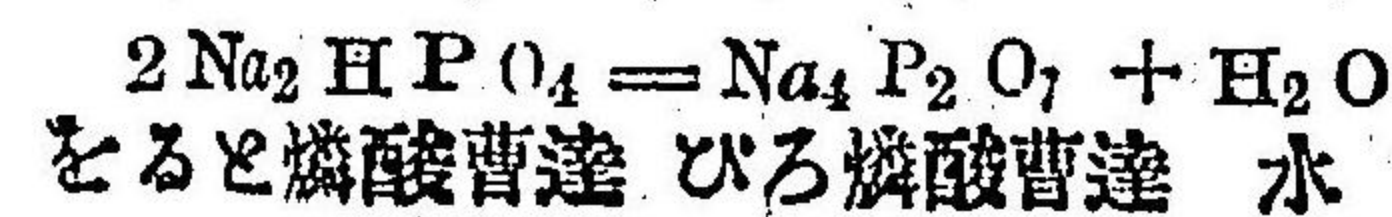
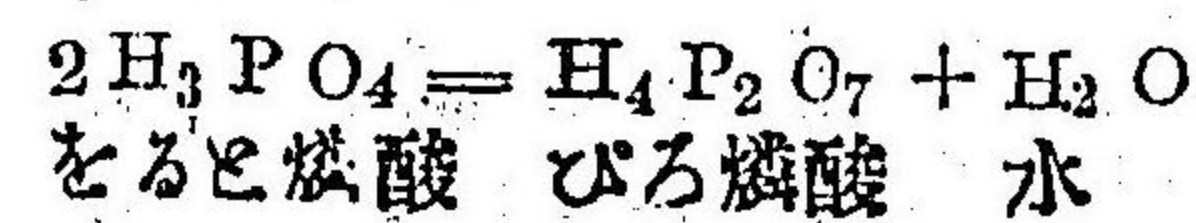
而シテ五酸化磷ノ水溶液ハめた磷酸ナリ



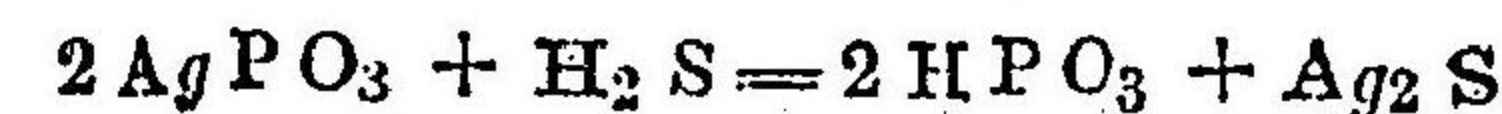
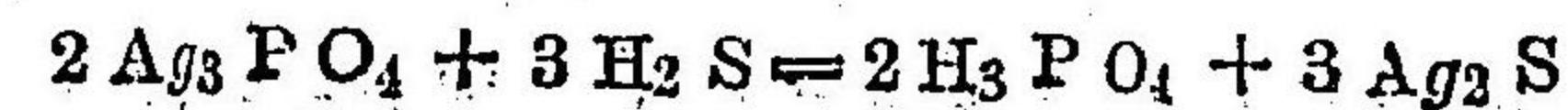
めた磷酸溶液ヲ熱スレバ



をると磷酸或ハをると磷酸曹達ヲ熱スレバ



をると、びろ、めた磷酸銀に硫化水素ヲ通ズレバ

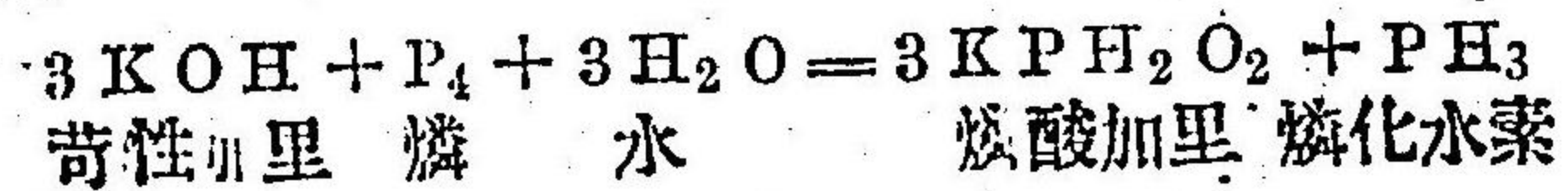




**磷化水素** 無色瓦斯ニシテ螢ノ如キ惡臭アリ空氣ニ觸レテ天青燐ヲ發シテ云謂燐火トシテ燃燒ス而シテ磷化水素ニ三種アリ

- A. 磷化水素 ... ..  $\text{PH}_3$  ... 瓦斯體
- B. 二磷化水素 ... ..  $\text{P}_2\text{H}_4$  ... 液體
- C. 四磷化水素 ... ..  $\text{P}_4\text{H}_2$  ... 固體

**製法**



**砒素** ラテン AS 原子量 74.9

**所在** 單獨ニ自然砒トシテ稀ニ産出シ又硫化物トナリテ稍々多量ニ又酸化物トシテ存在ス

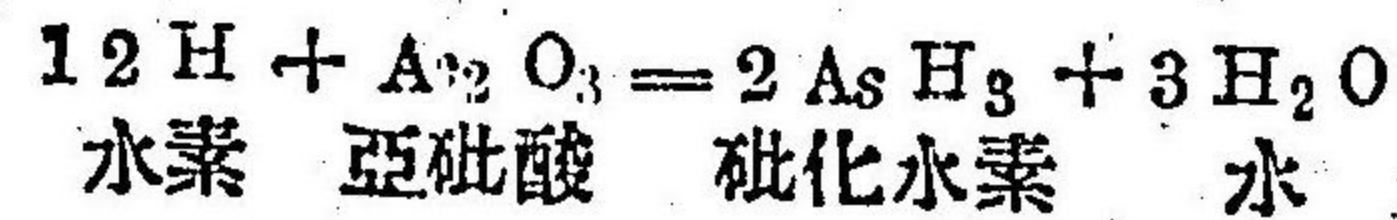
天然比鑛ノ主要ナルモノ

名稱	色	性分	摘要
自然砒	灰鐵	AS	表面黒變多シ
雌黃	黃	$\text{As}_2\text{S}_3$	黃色繪具トナス
鷄冠石	赤	$\text{As}_2\text{S}_5$	燐燐ニ使用ス
硫砒鐵	灰鐵	$\text{FeSAs}$	往々銀ヲ含有ス
礬石	白	$\text{As}_2\text{O}_3$	古來毒殺ニ使用セリ

**性狀** 砒素並ニ其化合物ハ燐並ニ其化合物ト酷似ノ性狀多シ而シテ砒素ハ灰鐵金屬光ヲ有シ脆弱ナル結晶体ニテ高熱ニテ氣化シ昇華ヲナス而シテ皆劇毒ニテ強キ惡臭アリ空中ニテ青燐ヲ擧ゲテ燒シ白煙燃(亞砒酸)ヲ生ズ諸金屬ト結合セバ其質ヲ殊ニ脆弱ナラシム

**驗出法** 試物ヲ硝子小閉管ニ入レテ強熱セバ管ノ冷部ニ砒素ノ光輝ヲ生ズ之ヲ砒鏡ト云フ又試物ヲ吹管燐ニ充ツレバ蒜臭白煙ヲ生ズ

**砒化水素**( $\text{AsH}_3$ ) 無色瓦斯ニテ點火セバ青燐ヲ擧ゲテ燃燒シ高熱ニ遭テ砒素ト水素ニ分離ス其製法ハ水素發生壺中ニ亞砒酸ヲ投ズベシ



**砒素毒殺發見法** 水素發生壺中ニ毒殺ノ疑アル死者ノ胃壁ヲ投入シテ發生スル瓦斯管口ニ點火スベシ若シ青燐ヲ發シテ燃燒セバ砒素毒殺或ハ中毒ナルヲ知ル

窒・磷 砒素等ノ酷似ナル  
酸・鹽・水化物ノ關係

	三酸化物	五酸化物	水化物	鹽化物
窒素	$\text{N}_2\text{O}_3$	$\text{N}_2\text{O}_5$	$\text{NH}_3$	$\text{NCl}_3$ (?)
磷素	$\text{P}_2\text{O}_3$	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{PH}_3$	$\text{PCl}_3$
砒素	$\text{As}_2\text{O}_3$	$\text{As}_2\text{O}_5$	$\text{AsH}_3$	$\text{AsCl}_3$

**原子量と分子量**

**原子量** 各原子量ハ常ニ一定重量アリ其各一定重量ヲ原子量ト云ヒ其各ノ内ニテ尤モ小ナル水素ノ原子量ヲ各原子量ノ單位トナシ之ニ對スル各原子ノ重量ヲ其原子量ト定ム

**分子量** 各瓦斯體ノ比重ヲ水素瓦斯ヲ單位トシテ

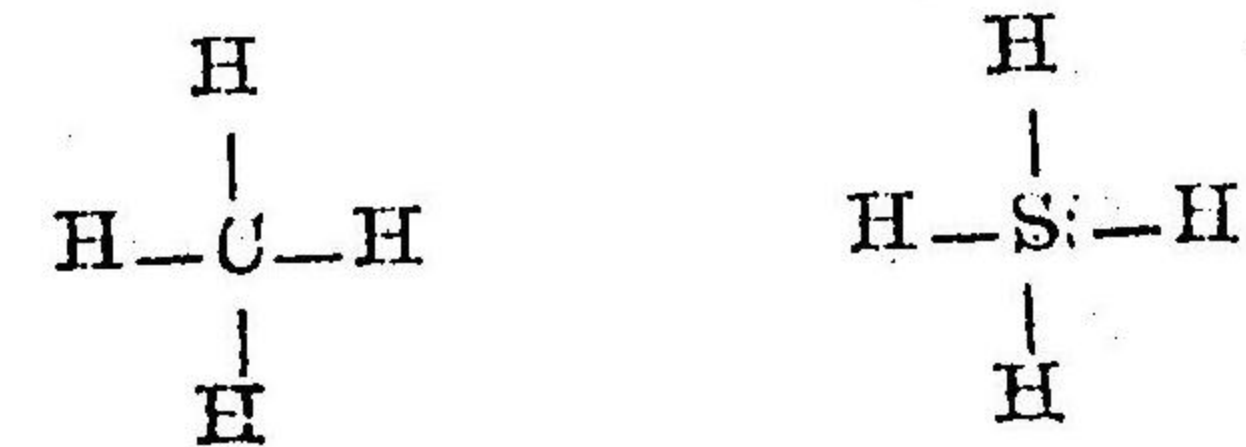
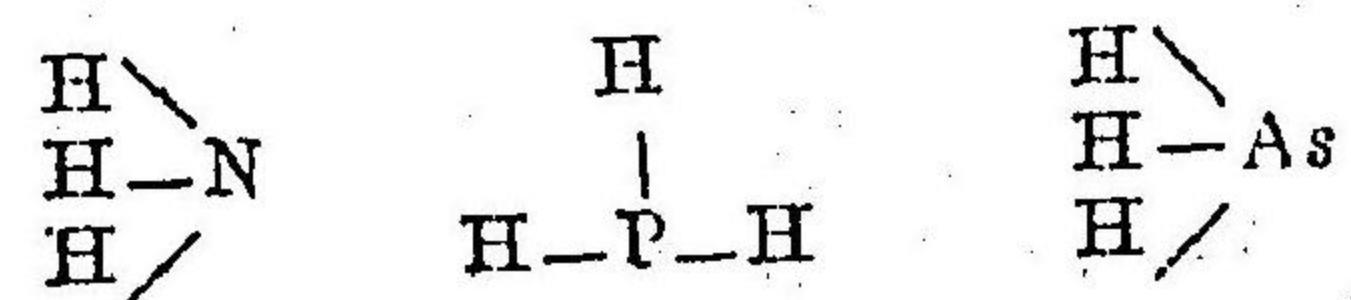
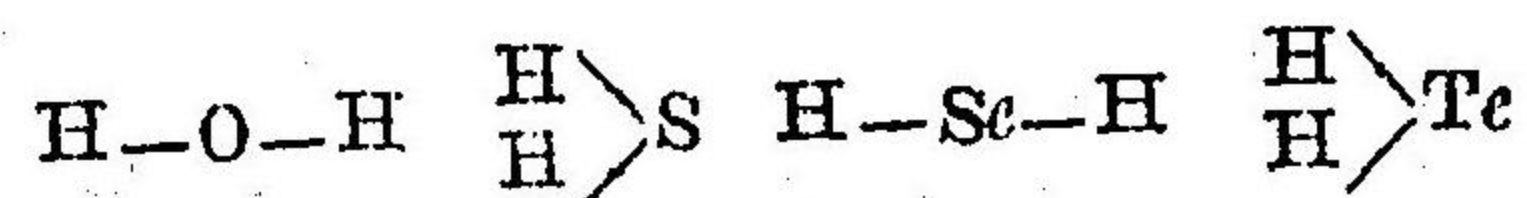
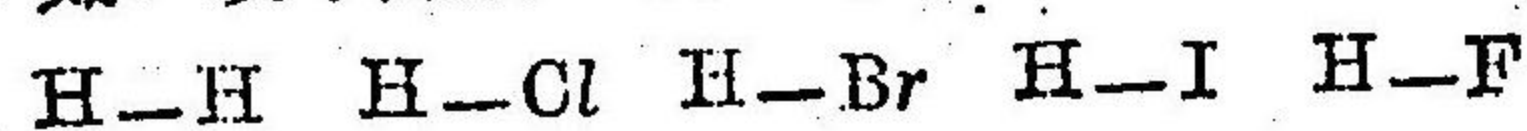


定量シ其結果ヲ二倍スレバ各瓦斯體ノ分子量トナル即チ分子  
量ハ水素瓦斯ニ對シテ含有分子ノ量ヲ云フモノナリ

	瓦斯比重	分子量	原子量
水素	1	2	3
鹽素	35.37	70.74	35.37
磷素	61.92	123.84	30.96
砒素	149.8	299.6	74.9
水銀	99.9	199.8	199.8

**化合量** 水素重量ノ一分ト化合スル各元素ノ重量  
ノ比ヲ化合量ト稱ス

**等價量** 各元素ノ置換ニ於テ水素ヲ標準トシタル  
各元素ノ重量比ヲ等價量ト云フ 而シテ水素一個ト完全ニ結合  
シ得ル元素ヲ一價元素ト云ヒ 二個ト完全ニ結合シ得ルヲ二  
價ト云フガ如ク 以下如斯三價四價……等アリ



即チ H. Cl. Br. I. F 等ハ一價. O. S. Se. Te 等ハ二價.  
N. P. As 等ハ三價. C. Si 等ハ四價ナルコトヲ知ル

## 金屬元素

＊

### 原子熱

#### 原子熱測定法

$$(\text{比熱}) \times (\text{原子量}) = (\text{原子熱})$$

今上式ノ例ヲ示サバ次ノ如シ

	比熱	原子量	原子熱
鉛 ...	0.0315	× 206.4	= 6.5
白金 ...	0.0324	× 196.7	= 6.4
銀 ...	0.057	× 107.66	= 6.1
錫 ...	0.0548	× 117.8	= 6.5
亞鉛 ...	0.0955	× 64.0	= 6.2

#### 原子熱ヨリ原子量ヲ知ル法

$$(\text{原子熱}) \div (\text{比熱}) = (\text{原子量})$$

然ルニ各金屬ノ原子熱ハ平均 6.4 ナルヲ以テ通常次式ヲ使  
用スベシ

$$6.4 \div (\text{比熱}) = (\text{原子量})$$

#### 比熱ヲ求ムル一法

$$(\text{原子熱}) \div (\text{原子量}) = (\text{比熱})$$

#### 金屬分類

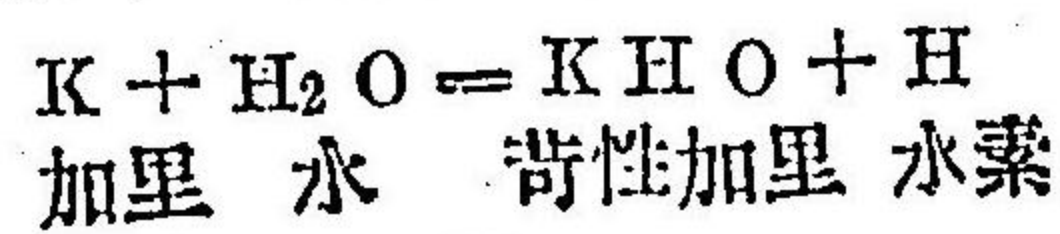
加里屬	K. Na. Cs. Rb. Li. NH <sub>4</sub> .
石灰屬	Ca. Sr. Ba
亞鉛屬	Be. Mg. Zn. Cd



鉛	屬	Pb. Tl.
銅	屬	Cu. Hg. Ag
せりゆむ	屬	Ce. Sc. Y. Yb. La. D. E.
礬	素	Al. G. La
鐵	屬	Mn. Fe. Co. Ni
くるみめむ	屬	Cr. Mo. W. U
錫	屬	Su. Ti. Zr. Th.
あんちもに	屬	Sb. Bi. V. Nb. Ta
白金	屬	Au. Pt. Pd. Rh. Ru. Ir. Os

加里 記號 K 原子量 39.04

所在並ニ性狀 硝石・明礬・長石・土類トナリテ天然ニ存シ又植物ノ成分ヲナス 此元素ハ銀白色金屬ニテ常溫ニテ小刀ヲ以テ切剪シ得ベシ 零度ニ冷却セバ脆弱トナリ 65°ニ熱スレバ溶融ス空中ニテハ漸次白色酸化物トナル 又水中ニ投ズレバ紫焰ヲ擧ゲテ廻浮ス

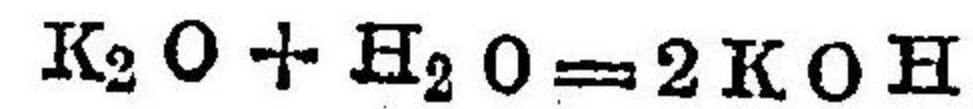


酸加里ノ二種

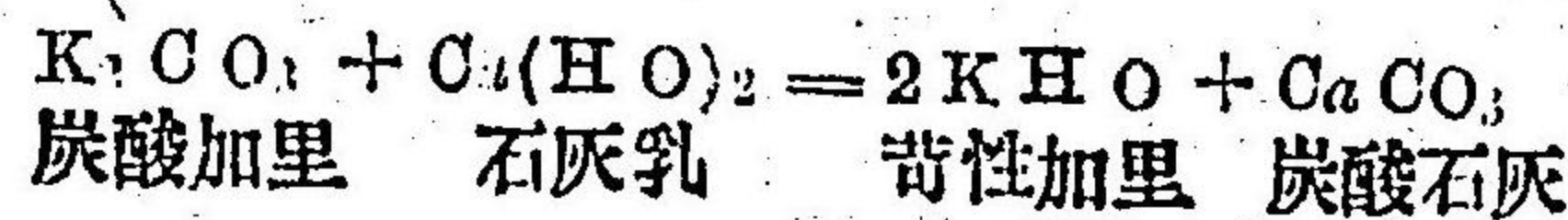
- A. 一酸化加里 ... .. K<sub>2</sub>O
- B. 四酸化加里 ... .. K<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

一酸化加里(K<sub>2</sub>O) Kヲ乾燥空氣中ニ置ケバ求

メ得ベキ灰白脆性固體ニテ赤熱ニテ表面僅カ溶融シ 非常ノ高熱ニテ蒸發ス 此物ハ高熱ノ下ニ水ト結合シテ苛性加里トナル



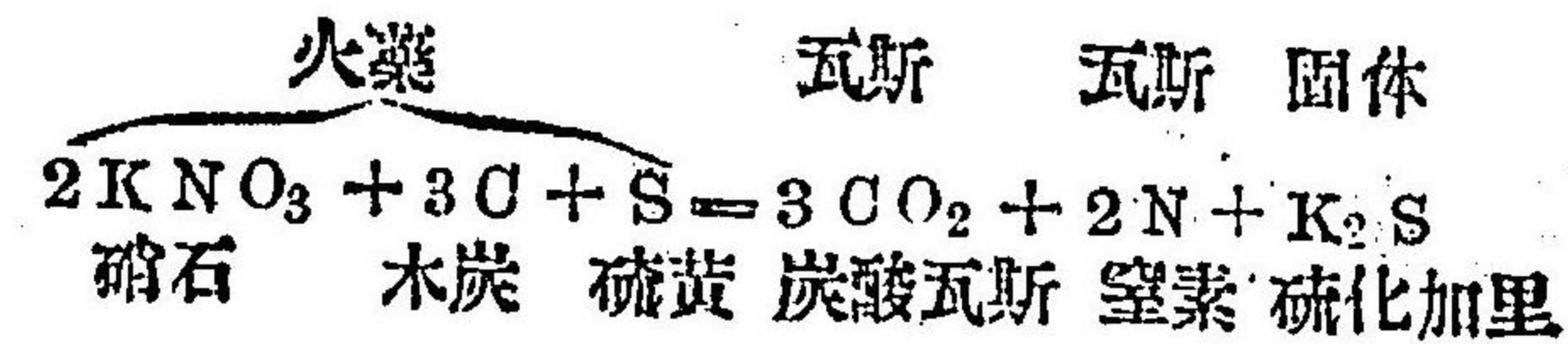
苛性加里 (KOH) 白色固體ニシテ潮解シ易ク能ク水ニ溶解ス 此液ハ硅酸質並ニ皮肉質ヲ溶解セシムル劇性アリ其製法ハ



炭酸加里 (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) 植物灰ノ浸液ヲ蒸發結晶セシメシモノニシテ潮解シ易ク其溶液ハ強キ鹽基性ヲ有ス 又 KHOニ強度ノCO<sub>2</sub>ヲ通ズレバ水炭酸加里(HKCO<sub>3</sub>)ヲ得ベシ

硝石 (KNO<sub>3</sub>) 熱帶地方ノ砂中其他有機物ノ腐敗地中ニ存在スル有要ナル加里鹽ニシテ火藥トシテ莫大ニ使用ス

火藥 硝石・木炭・硫黃ノ粉末ヲ適當ニ混合シタルモノニシテ之ガ發火スルニ當リ KNO<sub>3</sub> 中ノ酸素ハ木炭ト化合シ CO<sub>2</sub> ナル瓦斯トナリ Nハ遊離シテ Sハ Kト結合ス 故ニ莫大ノ瓦斯ヲ急劇ニ發生スルヲ以テ閉密ナル所ニ於テモ空氣ノ供給無クシテ能ク爆發スルヲ得ベキナリ 其反應式ヲ示サバ





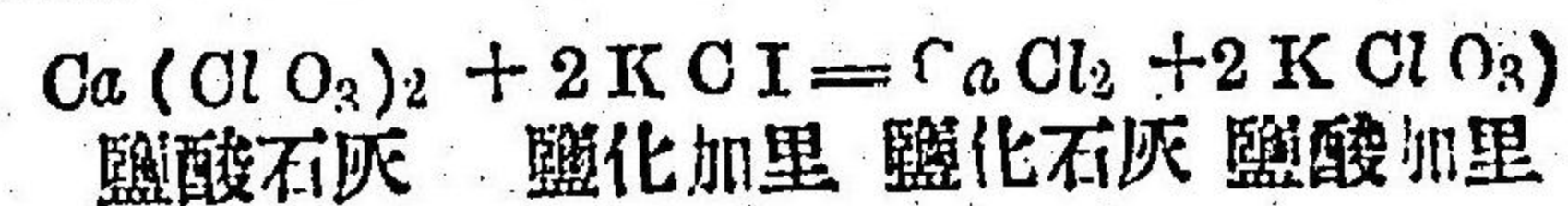
火薬配合法

	英並 = 埃國	ぶろしや 支那	佛國
硝石...	... 75	75 75.7	75.0
木炭...	... 15	13.5 14.4	12.5
硫黄...	... 10	11.5 9.9	12.5
	100	100.0 100.0	100.0

鹽化加里 (KCl) 海水中ニ溶在シ結晶セシム

立方形ヲナス此物ハ加里鹽ヲ複製スルニ用フ

鹽酸加里 (KClO<sub>3</sub>) 其製法式ハ



此鹽ハ冷水ニ漸溶シ其過剩ハ無色大結晶ヲナス而シテ急劇ナル壓迫ニ遭テ劇烈ナル爆發ヲ起ス危險物ナリ

沃度加里 (KI) 非常ナル可溶性立方結晶ナリ  
其製法ハ苛性加里液ニ沃素ヲ溶解セシメ蒸發スルニアリ

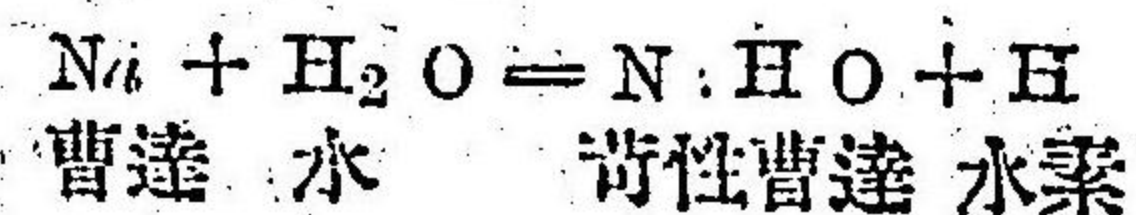
硫酸加里 (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 海草陸草ノ灰中ニ含有シ  
水ニ溶解シテ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> トナル

硫化加里 (S<sub>2</sub>S, K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>S<sub>5</sub>, &C.)  
水ニ溶解シ酸ニ遭テ H<sub>2</sub>S ヲ發生ス

加里化合物一般ノ性狀 火焰ニ紫色ヲ附與シ  
能ク水ニ溶解ス而シテ其液ニ PtCl<sub>4</sub> ヲ加フレバ鹽化白金加里  
{2(KCl) + PtCl<sub>4}}</sub> ナル黄色重結晶粉ヲ得ベシ

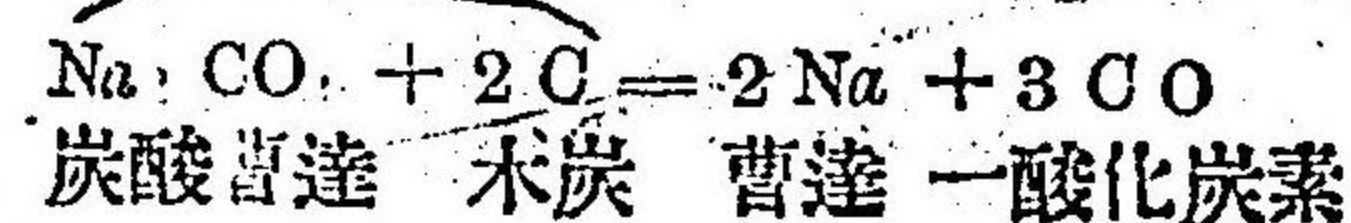
曹達 記號 Na 原子量 22.99

所在並ニ性狀 食鹽 NaCl トナリテ海水中ニ溶在シ又岩鹽トナリ其他鹽泉トナリテ多量ニ存在シ或ハ智利硝石 NaNO<sub>3</sub> トナリテ南米智利ヨリ出ヅ  
性狀ハ加里ニ酷似シ帶黄銀白ノ軟金屬ニシテ 95° ニ於テ溶融シ赤熱ニ遭テ無色瓦斯トナル又熱ヲ加ヘテ水中ニ投ズレバ黄燐ヲ擧ゲテ廻浮ス



製法

混合物ヲ  
強熱ス

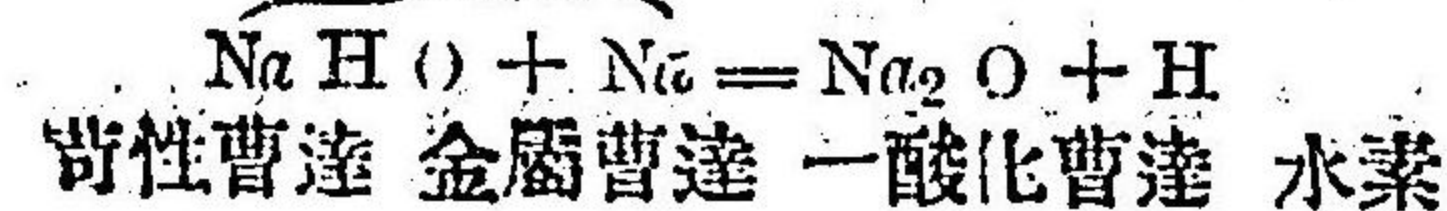


酸化曹達ノ二様

- A. 一酸化曹達 ... .. Na<sub>2</sub>O
- B. 二酸化曹達 ... .. Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

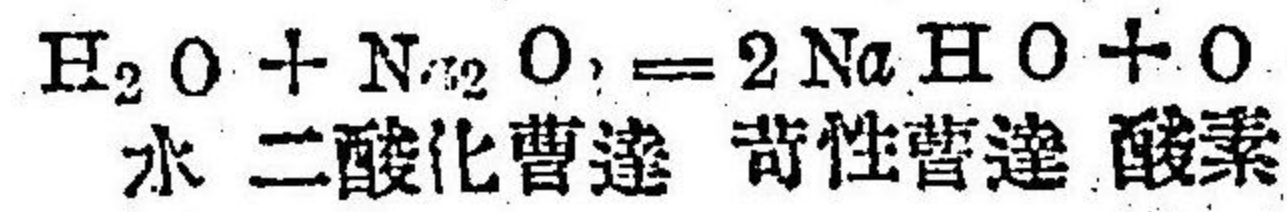
一酸化曹達 (Na<sub>2</sub>O) 金屬 Na ヲ乾燥空中ニ放置スレバ求メ得ベキ白粉末ニシテ容易ニ濕氣ヲ吸集シテ NaHO トナル

混合物ヲ  
強熱ス



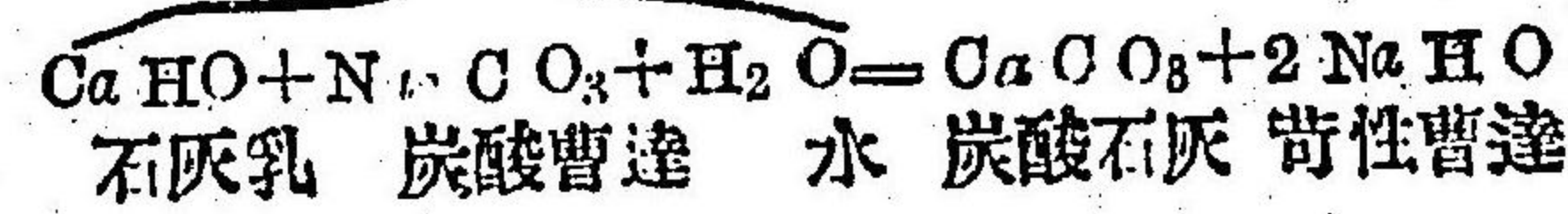
二酸化曹達 (Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) Na ヲ酸素中ニテ 200°ニ熱シテ求メ得ル帶黄白色粉末ニシテ水ニ溶解シテ NaHO トナル





苛性曹達 (NaHO) 白色固体ニテ高熱ニテ熔融ス又水ニ溶解シテ其溶液ハ強キ鹼基性アリ其製法式ヲ示サバ

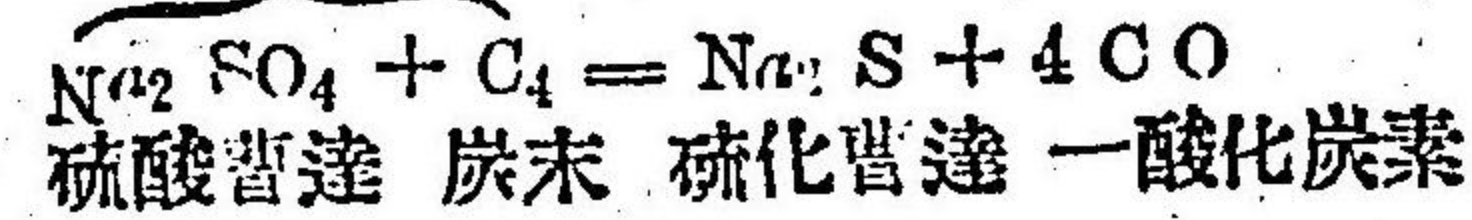
溶液



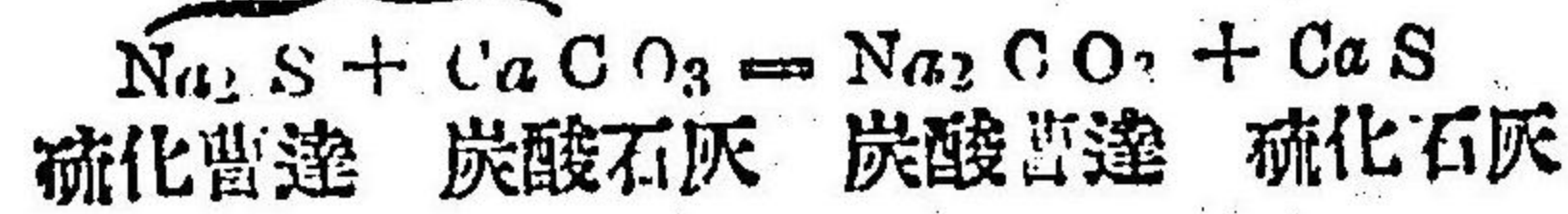
食鹽 (NaCl) 純粹品ハ白色立方結晶ニシテ直ニ食鹽(俗ニ鹽)トシテ食用ニ供スルヲ得ヘシ此物ハ容易ニ水ニ溶解シ又濕氣ニ遭テ潮解ス

炭酸曹達 (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) 俗ニ重曹ト稱シ劣等品ハ曹達灰トシテ知ラル其製法ニ數種アリ今一二式ヲ示ス  
(黑灰式製法)

混合物ヲ燒ク

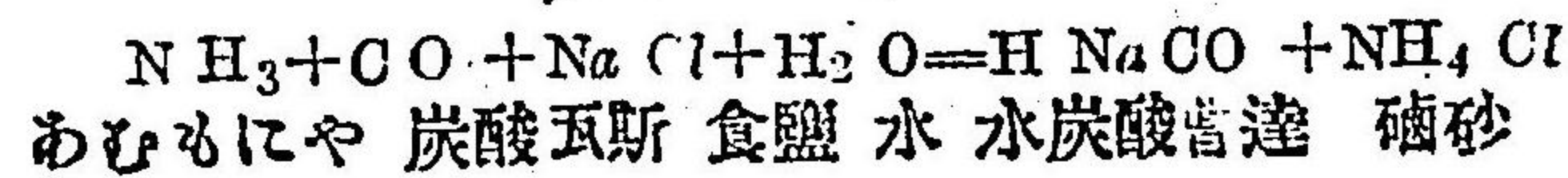


混合物ヲ熱ス



(あむもにや曹達式製法)

瓦斯 瓦斯 水溶液 溶液 沈澱

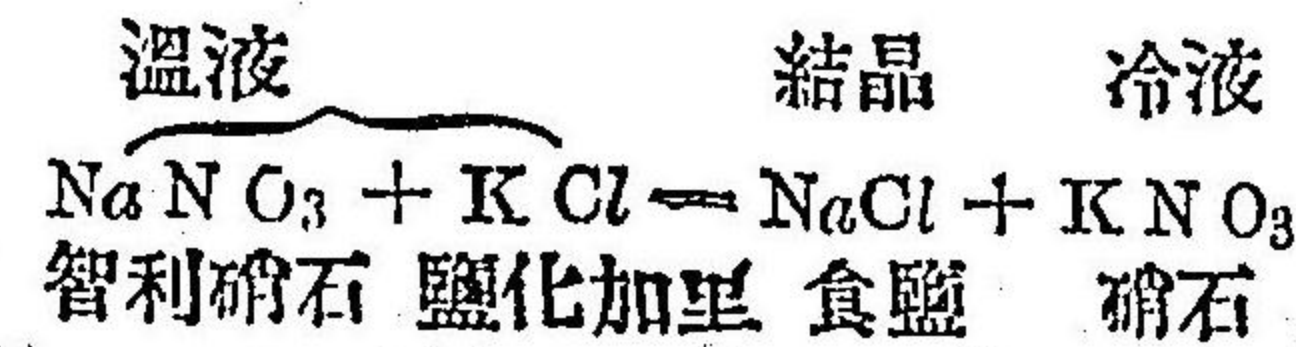


茲ニ於テ HNaCO<sub>3</sub>ニ熱ヲ加フレバ



智利硝石 (NaNO<sub>3</sub>) 曹達硝石ニシテ硝酸及ビ加里硝石ヲ製スルニ用フ此物ハ潮解シ易ク燃燒力ハ加里硝石ニ劣ル

智利硝石ヨリ加里硝石ヲ化成セシムル式ヲ示サバ



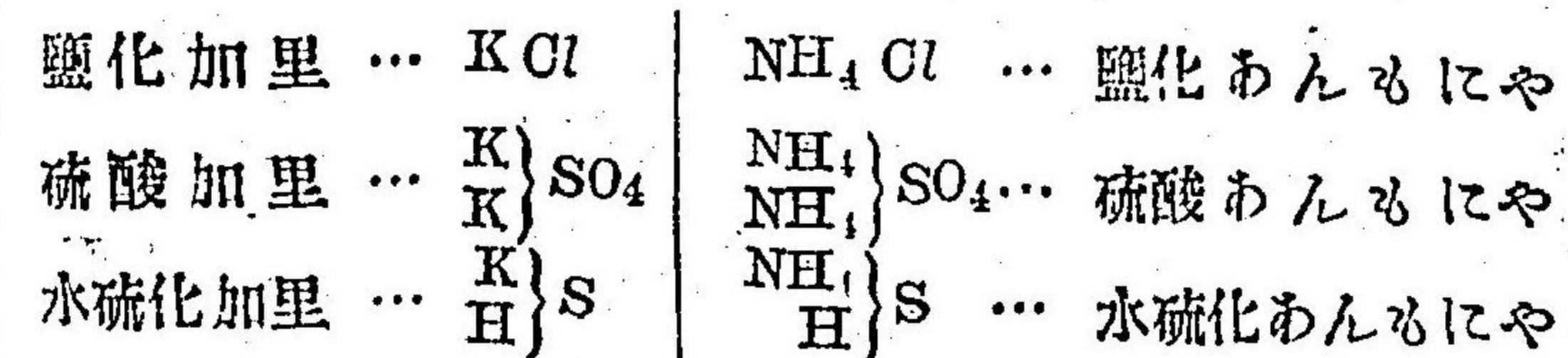
硫酸曹達 (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 10H<sub>2</sub>O) 天然ニ礦泉中ニ溶在シ蒸發スレバ無色結晶ヲナス此物ハ硝子製造ニ必要ナルモノナリ

硼砂 (Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> + 10H<sub>2</sub>O) 硼素ノ部ニ詳カナリ

曹達化合物一般ノ性狀 大抵水ニ溶解シ又火焰ニ黃色ヲ附與ス

あむもにやむ 化合物 NH<sub>4</sub>

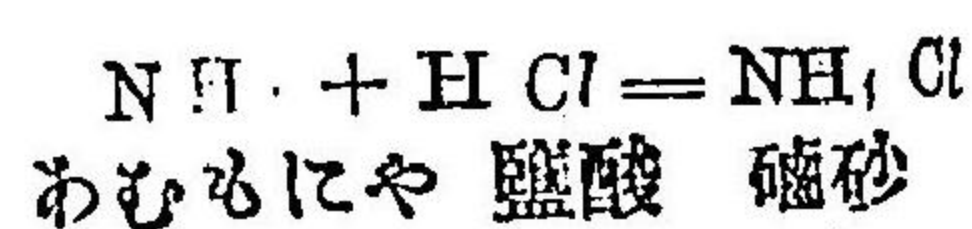
加里屬トノ關係 NH<sub>3</sub>ハ強鹼基性ヲ有シ其鹽類ハ加里鹽類ト等シキ化學的關係ヲ有ス 即チ



又あむもにやあまるとあむハ容易ニ分解シテ NH<sub>3</sub> 及ビ H 並ニ Hg トナル等ヲ以テ暫ク金屬元素中ニ併記シタリ

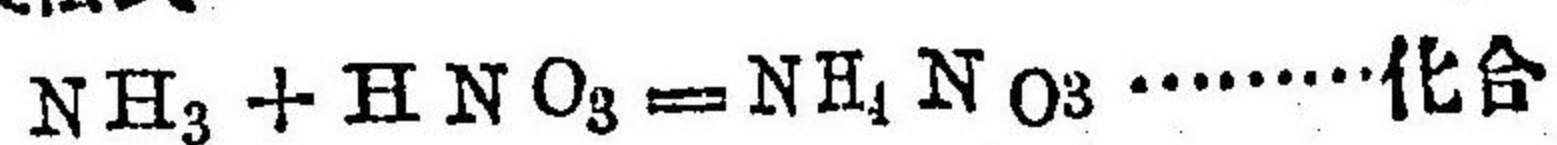
鹵砂 (NH<sub>4</sub>Cl) 無色織緯質ノ塊ニシテ水ニ溶解シ又熱スレバ氣化ス今製法式ヲ示ス



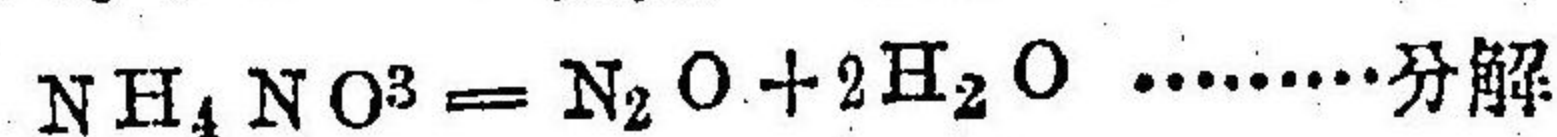


炭酸あむもにや  $\{(NH_4)_2CO_3\}$  白色ノ輕キ可溶性粉末ニシテ其製法ハあむもにや水ニ炭酸瓦斯ヲ通ズルニアリ

硝酸あむもにや  $(NH_4NO_3)$  可溶性針狀透明結晶ナリ其製法式ハ



今  $NH_4NO_3$  ナ  $200^\circ$  ニ高熱セバ分解ス即チ



磷酸あむもにや  $\{(NH_4)_3PO_4\}$  磷酸トあむもにやノ中和液ヲ冷却結晶セシメモノニテ熱スレバ  $(NH_4)_2HPO_4$  ナル單斜結晶トナリ又此液ヲ沸騰セバ  $NH_4H_2PO_4$  ナル方柱結晶トナル

磷鹽  $(NH_4NaH_2PO_4 + 4H_2O)$  無色結晶ニシテ吹管分拆ニ特用ス

硫酸あむもにや  $\{(NH_4)_2SO_4\}$  あむもにや水ニ硫酸ヲ中和セシメテ求メ得ベキモノナリ

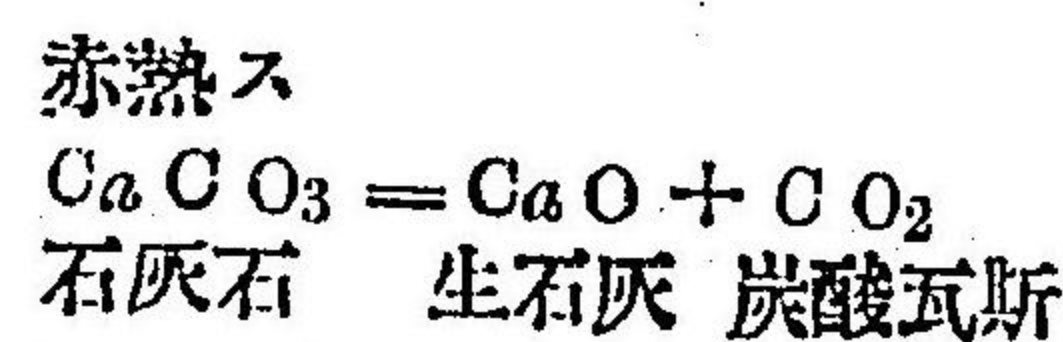
硫化あむもにや  $\{(NH_4)_2S\}$  水素瓦斯トあむもにや瓦斯ヲ混ズレバ十五度ノ温ニテ無色結晶トナリ常温ニ於テ  $NH_3$  ナ失ヒ  $NH_4HS$  トナリテ氣化シ易キ結晶トナル又  $50^\circ$  ニテ兩者ニ分解ス又あむもにや水ニ  $H_2S$  ナ通ズレバ黄色液ヲ得ベシ

石灰素 元素 Ca 原子量 39.9

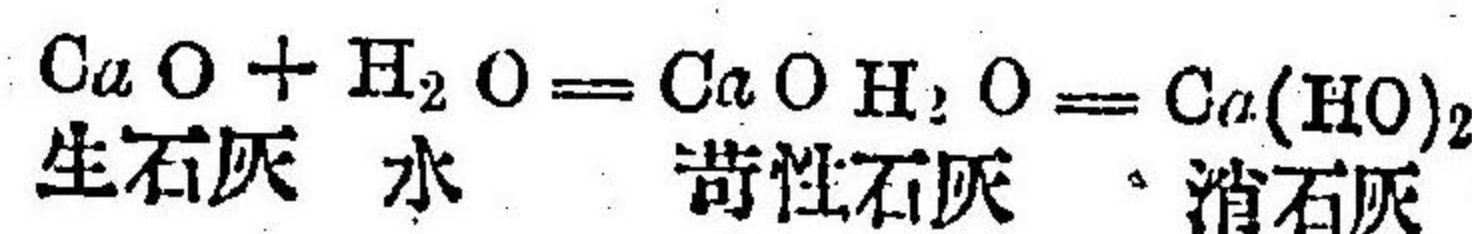
所在並ニ性狀 炭酸石灰トナリテ廣大ナル岩脈

チ成シ又種々ノ礦物トシテ存在ス其他硫酸石灰トナリテ現出ス而シテ石灰素ハ輕キ黄色金屬ニテ容易ニ酸化シ白色物ナル  $CaO$  トナル

酸化石灰  $(CaO)$  生石灰ト稱シ炭酸石灰ヲ赤熱シテ求メ得ベシ即チ



此物ハ劇シク水ト結合シテ強熱ヲ生シ消石灰  $Ca(OH)_2$  トナル即チ



而シテ消石灰ハ僅ク、水ニ溶解シテ石灰乳トナル

天然石灰石  $(CaCO_3)$  ノ種類

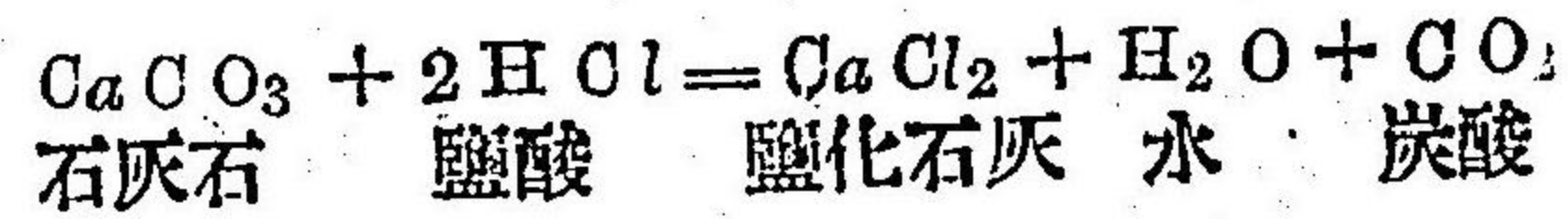
- A. 方解石 斜方六面体ニ結晶シ透明ナル品ハ光線ヲ二重屈折作用アリ此種ヲ冰島石ト稱ス
- B. 霏石 温液ヨリ結晶セシモノニシテ斜方八面体ヲナス
- C. 鐘乳石 石灰洞ノ天井ヨリ氷柱狀ニ垂下セル物ニシテ床ヨリ上向スル物ヲ筍石ト稱ス
- D. 大理石 大古代石灰虫ノ死殻ニシテ雪白及ビ斑紋等種々美麗ナルヲ以テ建築彫刻等ニ使用セラル
- E. 白堊 ぶんと稱シ黑板ニ字ヲ書スルニ使用ス

硫酸石灰  $(CaSO_4)$  天然硬石膏トシテ産出シ

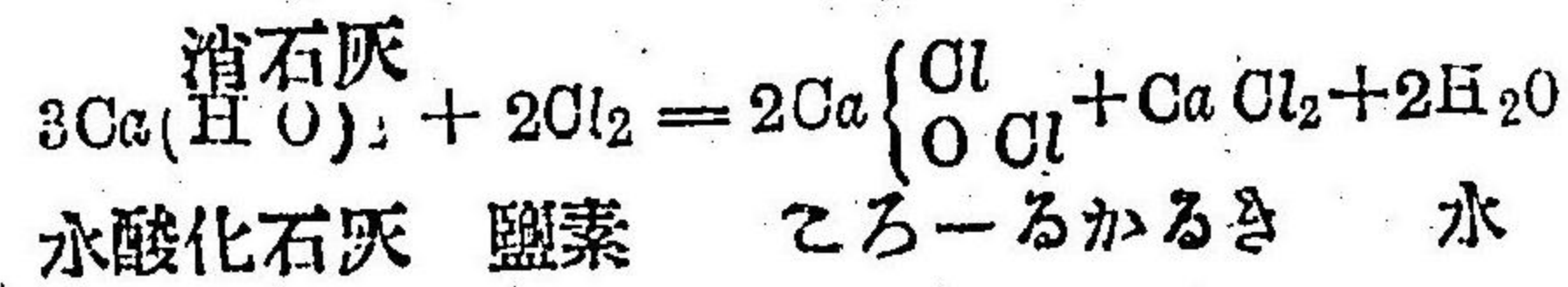


2H<sub>2</sub>O ト化合シテ普通石膏トナル此物四百倍ノ水ニ溶解ス  
又 CaSO<sub>4</sub> + 2H<sub>2</sub>O ナ熱スレバ 2H<sub>2</sub>O ナ放出シテ白色  
粉末トナル之ヲばり石膏ト稱シ模型ニ使用ス

**鹽化石灰** (CaCl<sub>2</sub>) 可溶性帶綠黃白粉末ニシテ其  
溶液ヲ蒸發スレバ無色針狀結晶 CaCl<sub>2</sub> + 6H<sub>2</sub>O ナ得ベシ  
而シテ猶熱シテ CaCl<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O トナス并ハ濕氣ヲ吸收シ易  
キ白色粉塊トナル又猶熱スレバ全ク水分ヲ失ヒ 溶融スルニ  
至ル



**ころーるかるき** (CaCl<sub>2</sub>O) 即チ晒粉ハ植物性  
色素ヲ晒白スルニ特功アリ



**弗化石灰** (CaF<sub>2</sub>) 天然螢石ナル立方結晶トシテ  
産出ス此物ニ硫酸ヲ注グバ弗化水素ヲ發生ス

**磷酸石灰** (Ca<sub>3</sub>P<sub>2</sub>O<sub>8</sub>) 骨ノ性分トナリ又磷灰石  
Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> + Ca<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>F ナル六方柱結晶及ビ土塊狀トシ  
テ存在シ之ニ硫酸ヲ注ギテ人造肥料トナス

**すどろんちゆむ** 記號 Sr 原子量87.2

**所在並ニ性狀** 天然 CO<sub>2</sub> 或ハ SO<sub>4</sub> ト化合シ  
テ僅カニ現出ス 此金屬ハ帶黃白色ニシテ Ca ニ類似ノ點  
多シト雖モ火焰ニ美紅色ヲ附與ス

**一酸化すどろんちゆむ** (SrO) 空中ニテ Sr  
ヲ燃燒セシメテ求メ得ベク 又硝酸すどろんちゆむヲ燒カ

可ナリ而シテ生石灰ノ如キ白塊ニシテ能ク水ト化合シ其際強  
熱ヲ生シ Sr(HO)<sub>2</sub> + 8H<sub>2</sub>O トナル

**硝酸すどろんちゆむ** {Sr(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>} 及ビ **鹽化**  
**すどろんちゆむ** (SrCl<sub>2</sub>) 共ニ可溶性白色物ニ  
シテ紅色煙火ニ使用ス

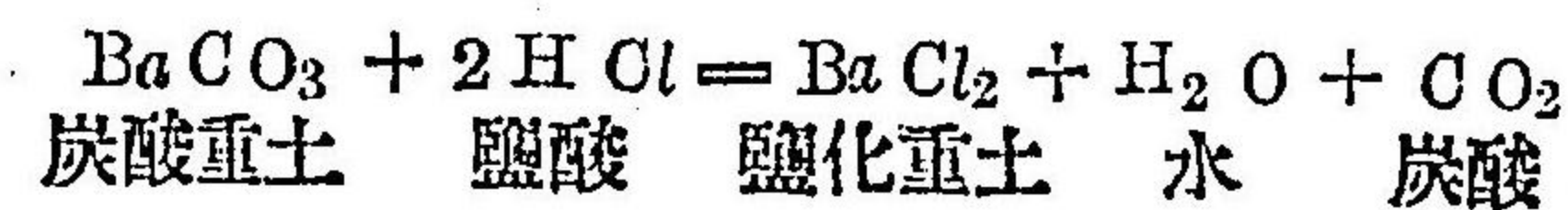
**重素** 記號 Ba 原子量 136.8

**所在並ニ性狀** 硫酸重土(重晶石)及ビ炭酸重土  
トナリテ Sr ヨリハ多量ニ産出シ Ca 並ニ Sr ト酷似スト  
雖モ火焰ニ綠色ヲ附與ス而シテ重素ノ溶液ニ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ナ加フ  
レバ BaSO<sub>4</sub> ナル白色不溶性重沈澱ヲ生ズ

**一酸化重素** (BaO) 硝酸重土ヲ熱シテ得ベキ灰  
色塊ニテ高熱ニ熔融シ又水ニ溶解シテ Ba(HO)<sub>2</sub> + 8H<sub>2</sub>O  
ナル結晶トナル

**二酸化重土** (BaO<sub>2</sub>) 空氣中ニ BaO ナ漸次ニ熱  
シテ求メ得ベシ此物ハ高熱ニ於テ酸素ヲ遊離ス

**鹽化重素** (BaCl<sub>2</sub>) 能ク水ニ溶解シ結晶水ヲ含ミ  
テ結晶ス此物ノ溶液ハ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 並ニ硫酸鹽類溶液ニ遭テ  
BaSO<sub>4</sub> ナル白色不溶性重沈澱ヲ生ズベシ 又鹽化重素ヲ得  
ル式ハ



**硫酸重土** (BaSO<sub>4</sub>) 方柱ノ重キ結晶ニシテ重晶  
石ト稱シ實ニ頑固ナル不溶物ナリ此物毒性ヲ有ス



べるりもむ 記號 Be 原子量 9.2

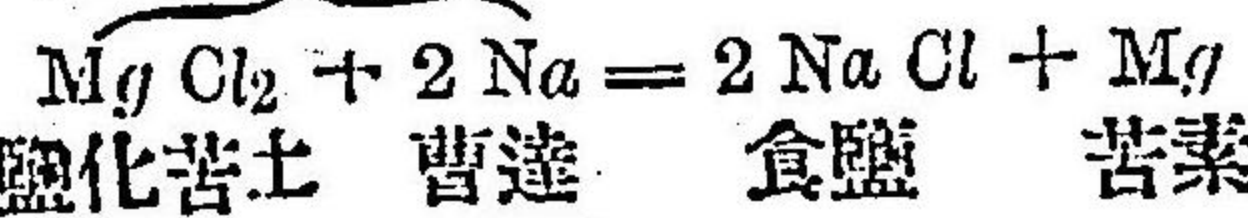
所在並ニ性狀 天然産出スル綠玉石中ヨリ發見セシ稀元素ニシテ Mg ニ似タル白色輕金屬ナリ酸化シテ BeO トナリ水ニ溶解シテ其味佳ナリ 即チぐる一にゆむノ別名アリ

綠玉石 (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 3 BeO · 6 SiO<sub>2</sub>) 六方柱玻璃光澤アル美ナル寶玉ニシテ 翡翠玉(草綠色)及ビ海綠玉(海青色)ノ二種アリ

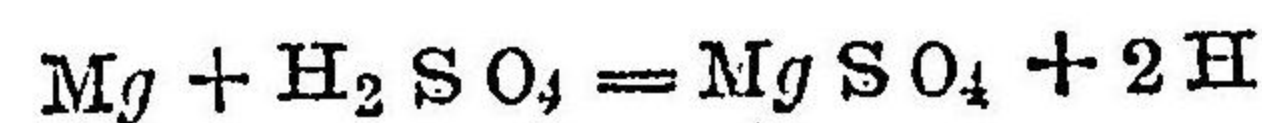
まぐねしもむ 記號 Mg 原子量 24.3

所在並ニ性狀 石灰ト共ニ炭酸化合物トナリ白雲石トシテ多量ニ産出シ又鹽化物 硫酸鹽トナリテ海水中ニ溶在ス其製法ハ

混合物ヲ熱ス



Mg ハ銀白ノ輕金屬ニテ低赤熱ニテ熔融シ 遂ニ氣化ス空中ニテ火焰ニ觸レシムレバ直ニ燃燒シテ眩ズベキ 白光ヲ放チ MgO ナル白粉末トナル



酸化苦素 (Mg O) 輕キ白色粉末ニシテ苦素ノ炭酸或ハ硝酸鹽ヲ熱シテ求メ得ベシ

鹽化苦素 (Mg Cl<sub>2</sub>) 鹽酸ニ苦素ヲ溶解シテ求メ得ベシ 而シテ天然海水中ニハ次ノ形ニテ存在ス



硫酸苦素 (Mg SO<sub>4</sub> + 7 H<sub>2</sub> O) 滷利鹽ト稱シ無色結晶ニテ水ニ溶解シ苦味アリ又天然キ一せらいト Mg S O<sub>4</sub> + H<sub>2</sub> O ナル物アリ醫藥トシテ下劑ニ用フ

炭酸苦素 (Mg CO<sub>3</sub>) 天然ニ産シ又硫酸苦素ノ溫液ニ炭酸曹達ヲ加ヘテ沈澱セシメ得ル不溶白色粉末ナリ

亞鉛 記號 Zn 原子量 65.1

所在並ニ性狀 閃亞鉛 ZnS ナ主トシ其他炭酸亞鉛 矽酸亞鉛及ビ紅亞鉛等トシテ多量ニ産出ス此金屬ハ蒼白色ニテ結晶組織ヲ有シ常溫ニテ脆シト雖モ 130° ニ熱スレバ展隨スベク 200° 以上ニ於テ再ビ脆弱トナリ赤熱ニ沸騰シテ氣化ス此際空氣ヲ通ズレバ 帶綠色火焰ヲ發シテ燃燒シ酸化物トナル

又此金屬ハ乾濕兩空氣中ニテ變化セズ 而シテ稀酸類ニ遭テ水素ヲ發生シテ容易ニ溶解ス 又亞鉛ノ鹽基性溶液ニ酸化セむルニヤ注ゲバ白色沈澱ヲ生ズ

亞鉛ノ合金 重ナル二種ハ

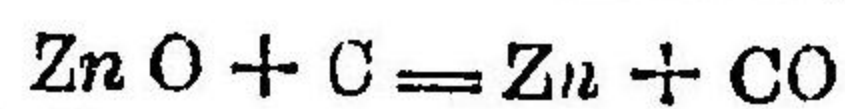
- A. 黃銅(真鍮) ... Zn 一分, Cu 二分
- B. 白銅(洋銀) ... Zn, Cu, Ni

製煉法 先ヅ鑛石ヲ粉碎シテ焙燒スルカ或ハ空氣ニ曝シテ酸化物トナスコト次式ノ如シ



閃亞鉛 酸素 酸化亞鉛 亞硫酸瓦斯

次ニ Zn O ニ炭ヲ混シテ密閉爐中ニ強熱スレバ



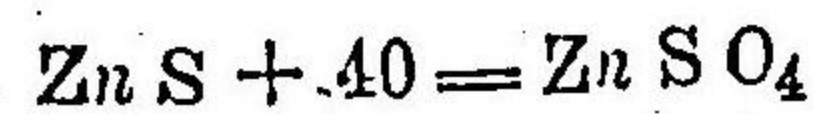
酸化亞鉛 炭 亞鉛 酸化炭素

酸化亞鉛 (Zn O) Zn ナ燃燒シテ得ル白色不溶

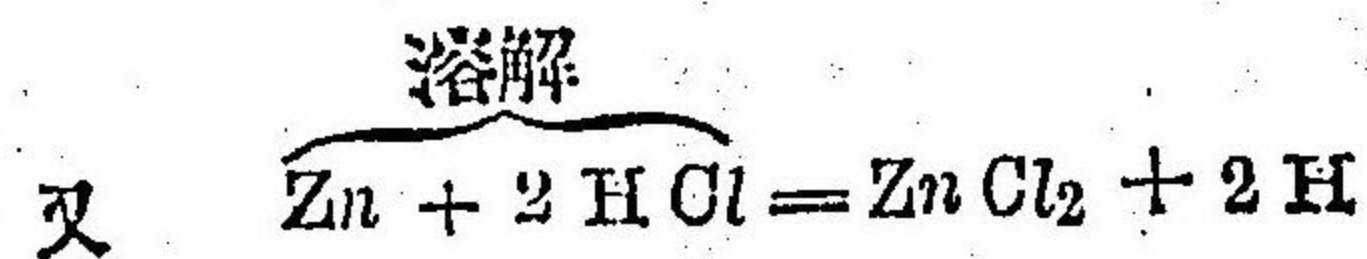
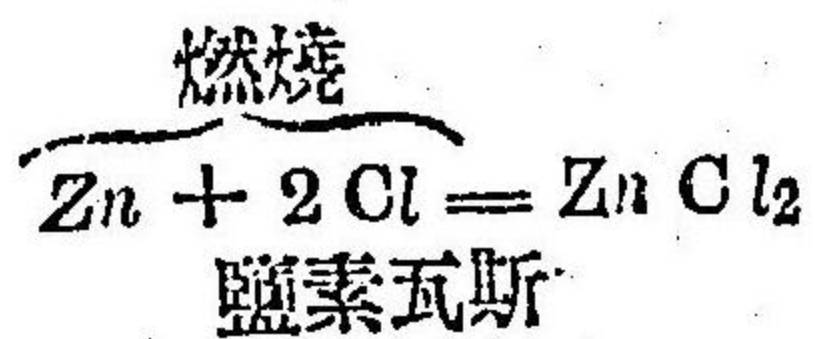


性粉末ニシテ熱スレバ黃トナリ冷却セバ又白トナル 此物白粉ノ代用ニ妙ナリ

**硫酸亞鉛** ( $ZnSO_4 + 7H_2O$ ) 鹼礬ト稱スル可溶性無色ノ長柱結晶ナリ其製法ハ  $ZnS$  ナ空中ニ曝スベシ即チ



**鹽化亞鉛** ( $ZnCl_2$ ) 白色可溶性物ニシテ高熱ニ氣化ス而シテ製法式ノニツチ示ス



**硫化亞鉛** ( $ZnS$ ) 結晶閃亞鉛礦トシテ天然多量ニ産出シ羽毛ヲ以テ其面ヲ摩擦セバ燐光ヲ放ツ 此物水ニ不溶ナレ 元無機酸類ニ溶解ス

**炭酸亞鉛** ( $ZnCO_3$ ) 白色粉塊ノ爐甘石トシテ産出シ水ニ不溶ナレ 元酸ニ溶解ス

**驗定法** 炭壺蒸皮試験ニ於テ熱スレバ黃・冷却セバ白色ナリ而シテ此蒸皮ニ硝酸ニばると液ヲ注ギテ再熱セバ綠色トナル

かどみもむ 配號 Cd 原子量 111.9

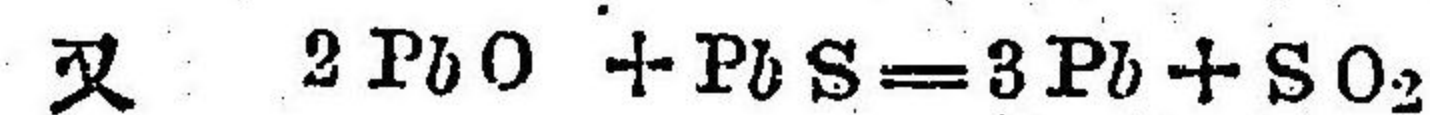
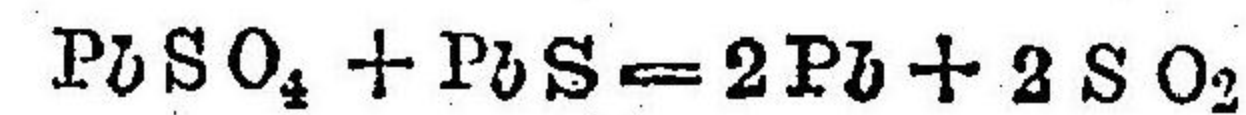
**所在並ニ性狀等** 亞鉛礦中ニ僅少ヲ含有ス此金屬ハ亞鉛ト酷似スト雖モ遙カニ速ニ氣化スルヲ以テ亞鉛ノ混在ヨリ分離スルニ易シ而シテ銀ニ易ク 130°ニ於テ熔融シ

860°ニ於テ沸騰ス又  $CdS$  ハ黃色ナリ又  $CdCl_2$  及ビ  $CdSO_4$  ハ可溶性ノ結晶ニシテ  $CdI_2$  ハ寫眞術ニ用ユ

鉛 配號 Pb 原子量 206.4

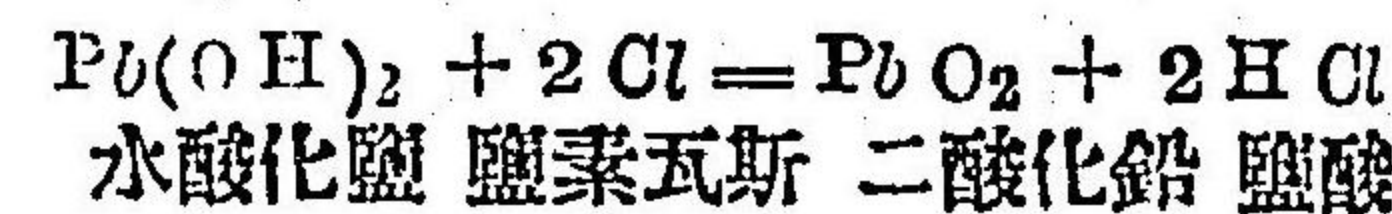
**所在並ニ性狀** 輝鹽礦  $PbS$  ナ主トシ其他種々ノ鹽類トナリテ多量ニ産出ス 此金屬ハ帶青白色ノ軟金屬ニテ延長・展延兩性ヲ有シ熔融シ易ク高熱ニテ氣化ス 又濕空氣中ニテ徐々酸化シテ曇黑トナル而シテ用途廣シ

**製煉法** 輝鉛礦ヲ反射爐中ニ焙燒シ (若シ矽石質ヲ含ムルハ少量ノ石灰ヲ投入ス) 硫酸鉛及ビ酸化鉛トナシテ次ニ空氣ノ流通ヲ止ムレバ互ニ作用シテ鉛ヲ還元スベシ



**一酸化鉛** ( $PbO$ ) 薑黃色粉末ニテ赤熱ニ熔融シ結晶組織ヲナス之ヲ密陀僧ト稱ス 此物ハ苛性加里液ニ溶解ス又硝子ニ混熔スレバ其玻璃光ヲ増ス

**二酸化鉛** ( $PbO_2$ ) 熱スレバ其半ノ酸素ヲ放出シ熱鹽酸ニ酸素ヲ擧ゲテ鹽化鉛トナル サレバ他ノ酸ニテ鹽ヲ作ラズ今其製法式ヲ示ス



**鉛丹** ( $Pb_3O_4$ )  $PbO$  ナ赤熱シテ空氣ヲ通シテ求メ得ル  $2PbO + PbO_2 = Pb_3O_4$  ナル赤色粉末ニシテ硝酸ニテ  $2PbO$  ハ硝酸鉛トナリ  $2PbO_2$  ノミ残留ス

**硝酸鉛**  $Pb(NO_3)_2$  鉛・酸化鉛・炭酸鉛等ヲ燒キテ硝酸ニ溶解シテ求メ得ル可溶性結晶ナリ



**炭酸鉛** ( $PbCO_3$ ) 白鉛礦ト稱スル結晶ニテ現ハレ之ヲ粉末ニセバ白色ナル おしろい トナル人造ニテ硝酸鉛或ハ醋酸鉛ノ冷液ニ炭酸ヲ達ナ混シテ沈澱セシムルヲ得ベシ此物  $H_2S$  ニ遭テ忽チ黒變ス

**硫化鉛** ( $PbS$ ) 輝鉛礦ト稱スル鉛色立方形結晶ニシテ鉛鹽液ニ  $H_2S$  ナ通シテ求メ得ベシ

**硫酸鉛** ( $PbSO_4$ ) 冷鉛鹽溶液ニ  $H_2SO_4$  ナ加ヘテ求メ得ル可溶性ノ結晶ナリ

**鹽化鉛** ( $PbCl_2$ ) 硝酸鉛濃液ニ  $HCl$  ナ注ヤテ求メ得ル白色針狀結晶ニテ温水ニ溶解ス

**沃化鉛** ( $PbI_2$ ) 硝酸鉛液ニ  $KI$  液ヲ加ヘテ求メ得ル美黄色ノ沈澱ナリ

**くろーむ酸鉛** ( $PbCrO_4$ ) 醋酸鉛溶液ニくろーむ酸加里液ヲ加ヘテ求メ得ル美黄不溶粉末ナリ

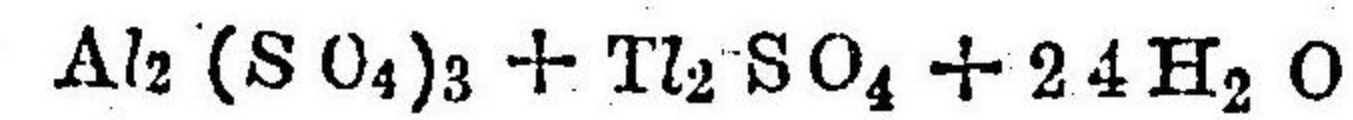
**さりゆむ** 純號  $Tl$  原子量 203.6

**所在並ニ性狀** 光線分拆ニテ黃鐵礦ノ焰中ニ發見セシ新金屬ニシテすべくとらむニ美綠線ヲ現出ス 而シテ其化學的關係ハ鉛ト酷似シ新タニ切りタル 面ハ青白光輝ヲ有シ爪ニテ條痕ヲ附ス又延長容易ナリ赤熱ニテ熔融ス 又酸素中ニ熱スレバ酸化物トナル

**酸化物ノ二様**

- A. 一酸化さりゆむ..... $Tl_2O$
- B. 三酸化さりゆむ..... $Tl_2O_3$

**硫酸さりゆむ** ( $Tl_2SO_4$ ) 可溶性六方柱結晶ニテ硫酸わるみにゆむト共ニ八面体ニ結晶ス其成分ハ



**其他ノ鹽類**

- A. 炭酸さりゆむ..... $Tl_2CO_3$
- B. 硫化さりゆむ..... $Tl_2S$
- C. 鹽化さりゆむ..... $TlCl_3$

**銅** 純號  $Cu$  原子量 63.1

**所在** 純銅並ニ多クハ硫化物其他種々ノ礦石トナリテ多量ニ產出ス其礦物ヲ舉レバ

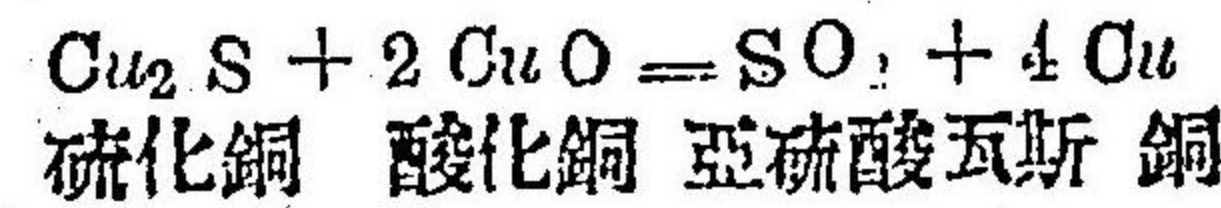
- A. 自然銅 ... ..  $Cu$
- B. 黃銅礦 ... ..  $CuS_2 + Fe_2S_3$
- C. 輝銅礦 ... ..  $Cu_2S$
- D. 孔雀石 ... ..  $CuCO_3 + CuH_2O_2$
- E. 藍銅礦 ... ..  $Cu_3(OH)_2(CO_3)_2$
- F. 赤銅礦 ... ..  $Cu_2O$
- G. 丹礬 ... ..  $CuSO_4 + 5H_2O$
- H. 鹽化銅 ... ..  $CuCl_2$

**性狀** 特異ノ銅赤光ヲ有シ延長展延兩性ニ富ミ電氣ノ良導體ナリ赤熱ニテ熔融シ 白熱ニテ少シ氣化シ火焰ニ美綠色ヲ附與ス又常溫ニテ乾濕兩空氣中ニテ酸化セズト雖モ空中ニテ赤熱セバ速ニ酸化シテ赤褐化酸化物トナル 純銅ハ強硫酸ニ遭テ  $SO_2$  ナ發生シ硫酸銅トナリ硝酸ニハ硝酸銅トナル其溶液ハ綠或ハ青色ヲ帶ブ 而シテ皆毒性ヲ有ス

**製煉法** 炭酸銅或ハ酸化銅ハ木炭ト混シテ熔融セバ速ニ銅ヲ得レ凡通常ノ原料ハ黃銅礦ナルヲ以テ之ヲ焙燒シ酸化物トナシ次ニ硅砂ヲ加ヘテ密閉爐ニ熔融セバハ  $Fe$



硫酸ト結合シテ金滓トナリ 硫化銅ハ下底ニ沈ミ茲ニ硫化銅ト酸化銅ガ互ニ作用スルヲ次式ノ如シ



銅ノ合金 主要ナル物ヲ擧グレバ  
黃銅 ... 亞鉛ノ章ヲ見ヨ  
古銅 ... Cu, Sn

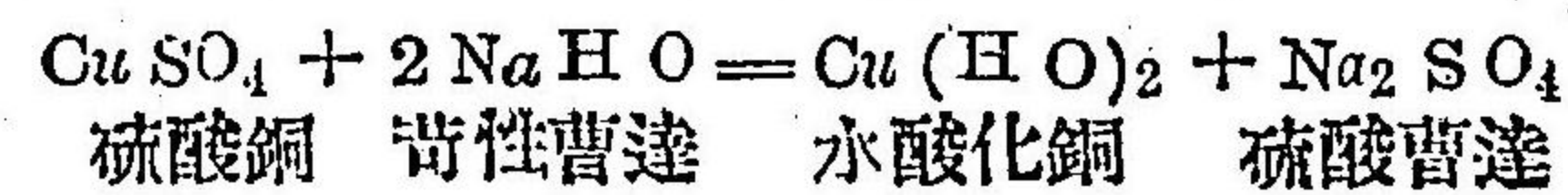
二様ノ化合物關係

第二化合物	第一化合物
Cu — O	酸化銅 $\begin{matrix} \text{Cu} \\ \text{Cu} \end{matrix} \rangle \text{O}$
Cu — Cl — Cl	鹽化銅 $\begin{matrix} \text{Cu} - \text{Cl} \\ \text{Cu} - \text{Cl} \end{matrix}$

黑酸化銅 (CuO) 銅ヲ空中ニ熱スルカ又硝酸銅ヲ赤熱シテ求メ得ベシ此物ハ瓦斯ノ酸化劑ニ供ス

水酸化銅 (CuH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 銅鹽類溶液ニ苛性あるカヲ加ヘテ得ベキ美綠沈澱ナリ 100°ニ於テ無水酸化銅ナル黒末トナル

硫酸銅 (CuSO<sub>4</sub> + 5H<sub>2</sub>O) 丹礬ト稱スル青色透明結晶ニテ熱スレバ其水分ヲ全失シテ CuSO<sub>4</sub>ナル白色粉トナリ此物ハ又水氣ヲ含メバ青色結晶トナル

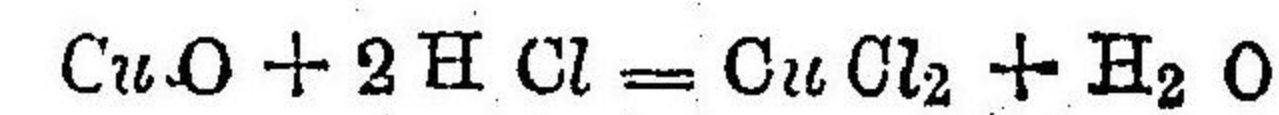


又水酸化銅ヲ熱スレバ



硝酸銅 {Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> + 6H<sub>2</sub>O} 銅ヲ HNO<sub>3</sub>ニ溶解セシメテ求メ得ル大青色結晶ニシテ能ク水ニ溶解ス

鹽化銅 (CuCl<sub>2</sub>) 鹽素中ニ銅ヲ容ル、カ又酸化銅ヲ HClニ溶解シテ得ル綠針狀結晶 CuCl<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>Oニシテ水及ビあるニ溶ク



不溶性ナル化合物

- A. 硫化銅 ... CuS
- B. 炭酸銅 ... CuCO<sub>3</sub>
- C. 砒酸銅 ... CuHAsO<sub>3</sub>

赤酸化銅 (Cu<sub>2</sub>O) 赤色結晶ナル赤銅礦ト稱スルモノニテ人造ニテ CuOトCuヲ混シテ熱スルカ又硫酸銅ト砂糖溶液ニ苛性加里ヲ加ヘテ沸騰シテ求メ得ル赤色沈澱ナリ此物ハ赤色硝子ノ着色劑トナス

一鹽化銅 (Cu<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) CuOトCuノ混物ヲ HClニ溶解シテ得ル白色固体ナリ

一水化銅 (Cu<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) 硫酸銅ノ溫液ニ水磷酸ヲ加ヘテ求メ得ル黃色沈澱ナリ

銅驗定法

- A. 溶液ニ H<sub>2</sub>Sヲ通ゼバ黒澱ヲ生ズ
- B. 溶液ニ NH<sub>3</sub>ノ過量ヲ加フレバ美青液トナル
- C. 或ル銅鹽溶液中ニ研磨シタル鐵ヲ挿入セバ其表面銅色ヲ帶ブルヲ次式ノ如シ  
CuSO<sub>4</sub> + Fe = Cu + FeSO<sub>4</sub>

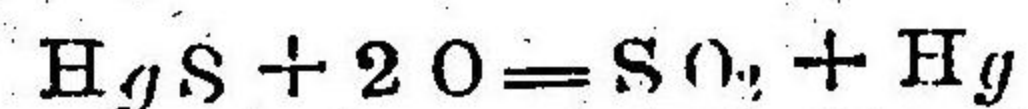


### 水銀 組號 Hg 原子量 199.8

**所在** 砂岩等ノ空穴中ニ自然水銀トシテ存在シ又重ニ硫化水銀(辰砂)トシテ産出スルモノナリ

**性状** 輝銀色ノ重キ液ニシテ零下 40° ニテ結晶シ展性ヲ有シ又 350° ニ高熱セバ沸騰シテ氣化ス又此場合ニ空氣ヲ通ズレバ赤酸化水銀末トナル而シテ水銀ハ Cl, Br, I, S 等ト直接化合シテ各鹽類ヲナス又 HCl ニ犯サレズト雖モ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 中ニ熱スレバ SO<sub>2</sub> ヲ擧ゲテ HgS トナリ又 HNO<sub>3</sub> ニ作用サル而シテ水銀ハ貴金屬ヲ溶解シ あまるがむ トナル

**製煉法** あまるがむハ蒸溜シテ水銀ヲ得ベシ而シテ辰砂(HgS)ハ先ヅ焙焼シテ S ヲ去ラシメ其際生ズル水銀蒸氣ハ土管ヲ以テ冷集スベキナリ



辰砂 酸素 亞硫酸瓦斯 水銀蒸氣

**一酸化水銀 (HgO)** 硝酸水銀ヲ熱スルカ 或ハ Hg ヲ空氣中ニテ 300° ニ或時間中熱シテ得ベキ赤色結晶粉末ナリ

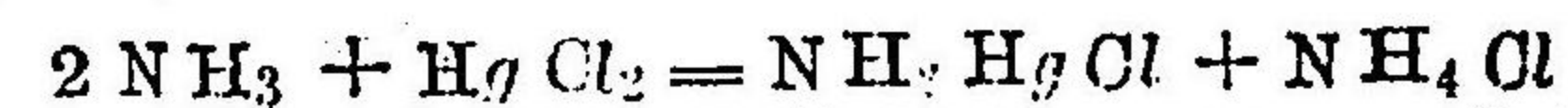
**硝酸水銀 {Hg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>}** Hg 或ハ HgO ヲ HNO<sub>3</sub> ニ溶カシテ得ベキ可溶性鹽ナリ

**二鹽化水銀 (HgCl<sub>2</sub>)** 昇汞ト稱シ HgS ト NaCl トノ等量ヲ混シテ熱シテ求メ得ベシ此物劇毒ヲ有ス



硫酸水銀 食鹽 昇汞 硫酸曹達

而シテ昇汞溶液ニ NH<sub>3</sub> ヲ通ズレバ



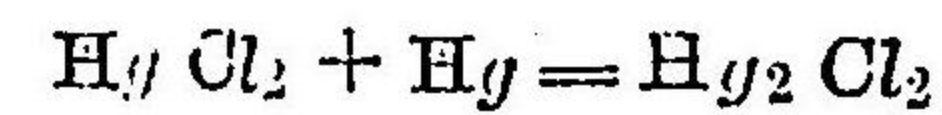
あむもにや 昇汞 鹽化水銀あむもにや 鹵砂

**硫化水銀 (HgS)** 辰砂(朱)ト稱シ天然ニ産シ又人造ニテ S ト Hg ノ混合物ヲ熱シテ得ベキ美紅固体ナリ



二鹽化水銀 硫化水素 硫化水銀 鹽酸

**一鹽化水銀 (Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>)** 甘汞ト稱シ Hg:HgCl<sub>2</sub> = 3:4 ナル割合ノ混合物ヲ熱シテ求メ得ベシ



此物ハ可溶性白色粉末ニシテ K 或ハ NH<sub>3</sub> ニテ分解ス 而シテ劇藥トシテ用ヰラル

**一酸化水銀 (Hg<sub>2</sub>O)**



此物ハ黑色粉末ニシテ光線ニ曝スカ 100° ニ熱スレバ Hg ト HgO ニ分解ス

**一硝酸水銀 {Hg<sub>2</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>}** 水銀ニ稀硝酸ヲ作用セシメテ得ル可溶性鹽ナリ

**水銀鹽一般ノ性状**

- 閉管中ニ Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ト共ニ熱スレバ Hg ハ冷部ニ凝集スベシ
- 溶液ニ Cu ヲ挿入セバ表面ニ水銀鍍金ヲ見ルベシ
- 溶液ニ HCl ヲ加フレバ白澱ヲ生ズ 而シテ白澱ハあむもにや水ニ漚テ灰色ヲ帶フ
- 溶液ニ HCl ヲ加ヘテ白澱ヲ去リ後 H<sub>2</sub>S ヲ通ズレバ黒澱ヲ生ズ



銀 記號 Ag 原子量 107.66

所在 自然銀並ニ S. Sb. As. Cl. Br. 等ト結合シテ多クノ礦物トナリテ現出シ又 PbS (輝鉛礦) 中ニ含有シ或ハあまるがむ並ニ合金トシテ存在ス

性狀 美白色金屬ニテ常溫純空氣中ニハ變化セズ熱及ビ電氣ノ良導體ニテ展性・延性ニ富ミ柔軟ナリ而シテ結合シテ黑色硫化銀トナル 又硝酸並ニ硫酸ニ溶解シテ鹽類ヲツクル



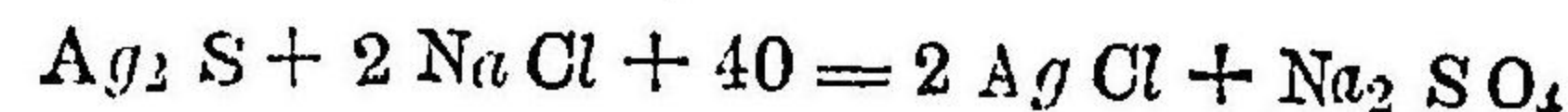
銀ノ主ナル合金 軟ナルヲ以テ銅ヲ混シテ其質ヲ強固ニス各國銀貨ノ銅混量ハ

- 英國 ... 7.5 %
佛國並ニ其他 ... 10 %

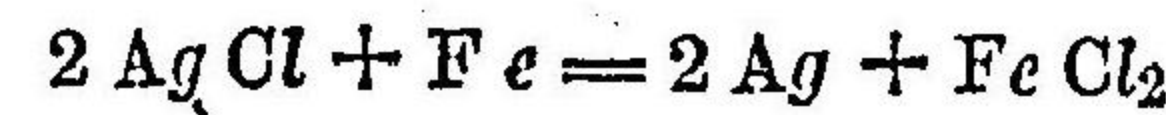
製煉法一 (輝鉛礦) 輝鉛礦中ノ銀分ヲ製煉スルニ先ツ鑛石ヲ密閉爐中ニテ其金屬分ナル鉛ト銀ト合金塊トナシ之ヲ骨灰床ナル平埧坩ニ容レテ通風爐中ニ熱シテ盛ニ空氣ヲ送ラバ合金ノ鉛分ハ皆酸化サレテ橙黃粉トナリテ床上ニ離散シ銀ハ輝キテ殘留スベキナリ

製煉法二 (輝銀礦) 鑛石ヲ粉碎シテ NaCl ト共ニ熔爐中ニ燒キ輝銀礦 Ag2S ヲ AgCl ト變ゼシメ次ニ鐵片ト水ヲ加ヘテ銀ヲ金屬ノ形トナサシメ之ニ水銀ヲ混シテ銀ヲあまるがむトナシテ蒸溜シテ水銀ト銀ニ分ツベシ此法ヲ混汞法(あまるがめーしよん)ト云フ

第一作用



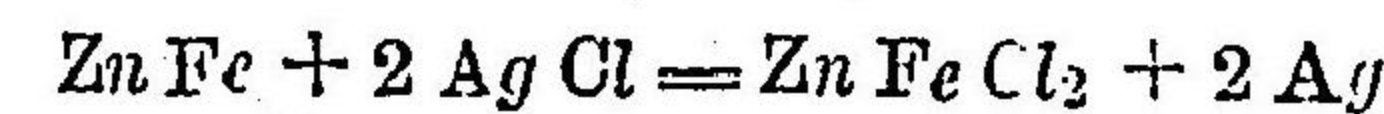
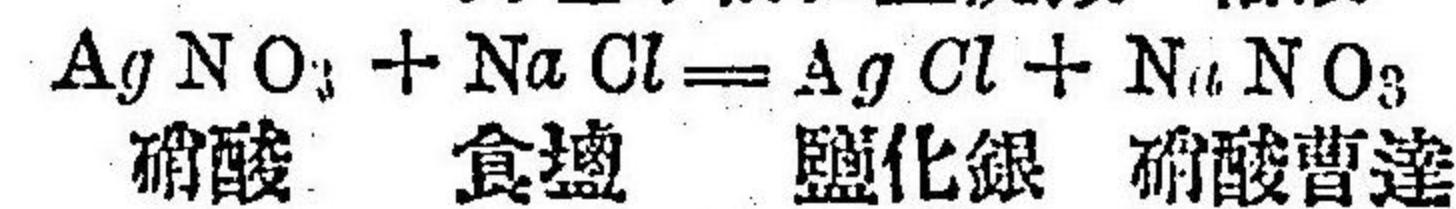
第二作用



硝酸銀 (AgNO3) 銀ヲ硝酸ニ溶解シテ求メ得ル大ナル無色結晶ニテ水及ビあるてはるニ溶解ス 又熱ニ遭テ熔融容易ナリ而シテ日光ニ曝スルハ分解シ有機物ニ觸ルレバ銀ノ燒付トシテ黑變セシム

鹽化銀 (AgCl) 天然ニ角銀鑛ナル立方體結晶トシテ產出シ人造ニテ銀鹽溶液ニ鹽或ハ鹽酸ヲ加ヘテ得ルトコロノ白色結晶重沈澱ニテ頑固ナル不溶性ナレバあむみにや水ニハ容易ニ溶解ス 又 Zn 並ニ H2SO4 ニ作用サレテ Ag ヲ還元シ日光ニ遭テ紫ヨリ黑ニ變色ス

白色不溶性重沈澱 溶液



臭化銀 (AgBr) 硝酸銀液ニ臭化あるかり液ヲ加フレバ生ズル白色沈澱ニテ AgCl ニ酷似ス

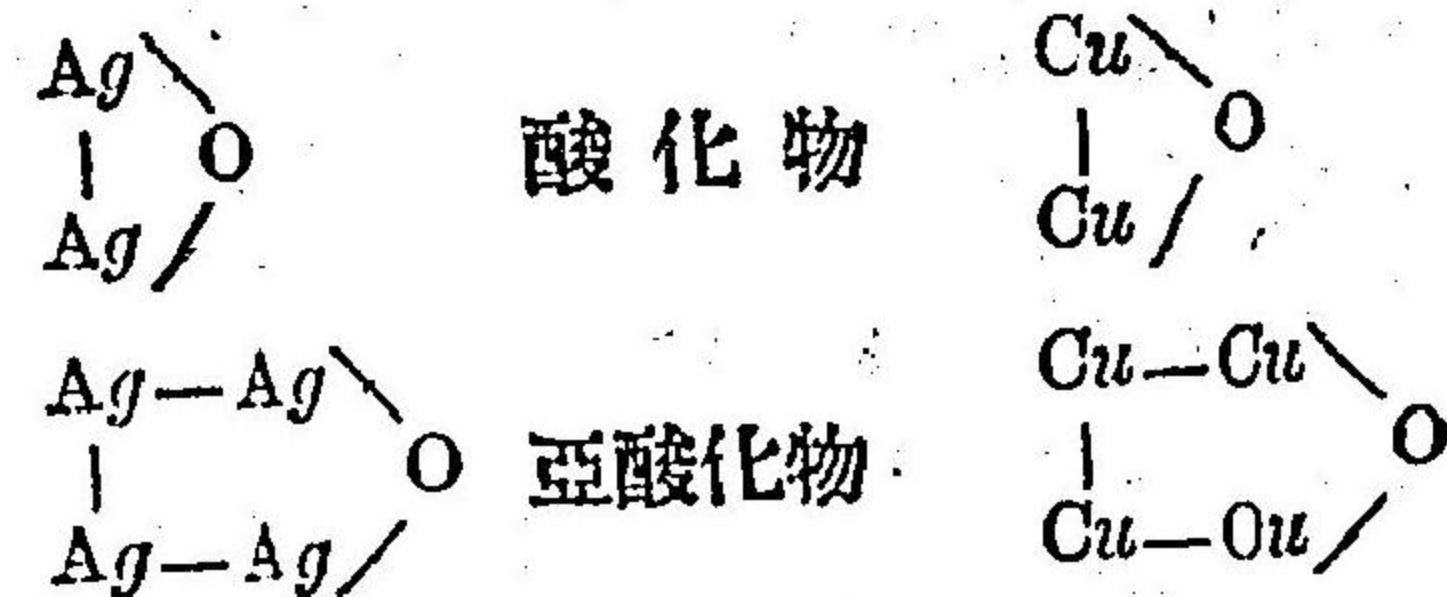
沃化銀 (AgI) 硝酸銀液ニ沃化あるかり液ヲ加フレバ生ズル黃色粉末ニテ水及ビあむみにや水ニ不溶ナレバちを硫酸あるかり液ニ溶解ス

硫化銀 (Ag2S) 天然ニ輝銀鑛トシテ產出シ人造ニテ銀鹽溶液ニ H2S ヲ通シテ得ル黑色沈澱ナリ又銀板ノ輝面ニ H2S ヲ加フレバ其表面黑變ス

銀銅ノ鹽化酸化酷似ノ關係







驗定法 溶液ニ HCl ナ加フレバ AgCl ナル白色結晶重沈澱ヲ生シ 此物ハあむもにや水ニ溶解ス 又試物ニ Na<sub>2</sub>C O<sub>3</sub> ナ混シ炭上ニ熱セバ銀粒ヲ得ルコト

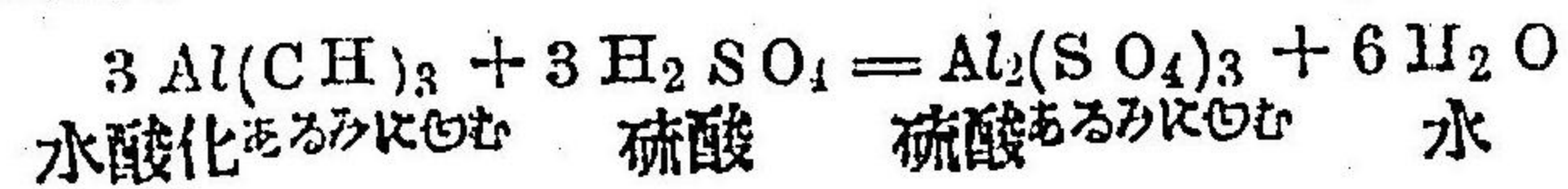
あるみにあむ 配號 Al 原子量 27.0

所在並ニ性狀 硅酸ト結合シテ天然ニ長石及ビ粘土等トナリテ莫大ニ存在スルモノナリ 銀白色美光ヲ有シ 空氣中ニテ容易ニ變化セズ又實ニ輕キ金屬ナリ

酸化あるみにあむ (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 天然ニ鋼玉石 (六方結晶・硬度 9) トナリテ産出ス又人造ニテ明礬溶液ニあむもにやナ加ヘテ得ル白澱 {Al<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>} ナ熱シテ得ル純白粉ナリ 此物酸ニ不溶ナリ

鹽化あるみにあむ (Al<sub>2</sub>Cl<sub>6</sub>) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ニ木炭末ヲ混ツテ Cl<sub>2</sub> 瓦斯中ニ熱シテ得ベキ氣化スベキ白色固体ナリ

硫酸あるみにあむ {Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>} 可溶性鹽類ナリ 其製法式ハ



明礬 {Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> + K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 24 H<sub>2</sub>O}

八面体無色結晶ニテ水ニ溶解シテ弱酸性ヲ現シ味シズシ

あむもにや明礬 {Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> + (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> +

24 H<sub>2</sub>O} 普通明礬ノ K ニ NH<sub>4</sub> ノ代入セシモノニテ其性狀明礬ニ酷似セリ

粘土 (くれー) 長石 K Al Si<sub>3</sub> O<sub>8</sub> ガ分解シタルモノニシテ白色並ニ青綠 (FeO ニテ着色) 及ビ黄色 (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ニテ着色) 等アリ

驗定法 溶液ニあむもにや水ヲ加ヘテ白色膠狀沈澱ヲ生ズ 此物ハ不溶性ナレバ KHO 液ニ溶解シ又硝酸ニばると液ト共ニ燒ケバ青色ヲ呈ス

玻璃 普通ノ品ハ硅酸曹達石灰ナル透明硝子ニシテ又種々ノ酸化金屬ヲ加ヘテ着色スルコトヲ得 又天然ニ黑曜石ト稱スル火山熔岩 (らば) ナル自然玻璃アリ

玻璃ノ種類並ニ原料

A. 板硝子 曹達並ニ石灰ノ硅酸化合物ニシテ容易ニ熔融ス多ク窓硝子ニ使用サル其成分ハ

硅石砂	...	100
石灰	...	36
曹達灰	...	24
硫酸曹達	...	12
三酸化砒	...	1/3
かれつと	...	100

B. ぼへみや硝子 加里並ニ石灰ノ硅酸化合物ニテ熔融シ難ク堅牢ナルヲ以テ化學試驗器等ニ使用ス 其成分ハ

純白硅石砂	...	100
純炭酸曹達	...	60
白堊	...	8