

森山辰之助編



新編物理學教科書全

東京 金港堂書籍株式會社



## 緒言

本書は主として師範學校女子部及び簡易科用教科書として編纂したるものなり編者が多年師範學校の教職に従事せし經驗に徴して從來世にある物理學教科書の師範學校男子部用又は中學校用にこそ適すれ女子部若しくは簡易科用として適當の著述極めて乏しきを憾みとせり之れ編者が淺學をも顧みず數年來經驗せる教授草案をとりて刪正修補を加へてここに之れを上梓せる所以なり

編者は師範學校女子部及び簡易科に課する物理學を理化示教として化學と區別せざるを不可なりとするものなり何となれば斯くては其の智識自ら淺薄に過ぎ後日自ら教授す



ること能はざるを信ずればなり

本書力の編に於て普通の物理書と順序を異にしたるは編者の経験に據れば初學のものには固體液體氣體を先きにし力の總論を後にすること却て學び易きを發見したるによる  
本書第八編第四章感應電流及び第九編エーテルギーは務めて簡易に説明を試みたれども尙困難の嫌ひなきにあらず教師の適宜節略するを妨げざるなり

本書は簡易を旨とし務めて數理に涉るを避け日常卑近の事實を解説し又實驗觀察を重んじ本文中幾多の實驗を挿入せり將來小學校教員たらんとするものは特に簡易の實驗に習熟せんことの極めて緊要なるは編者の言を俟たざるなり  
本書は教授したる事項を正確に收得し且應用の力を得し

めんが爲め數多の問題を挿入せり

本書附録として簡易のガラス細工の法を説述せるは理化學の實驗をなすものゝ熟練し置く必要あればなり又本邦度量衡と外國度量衡との對照及び物理上の諸種の表をのせたるは學習上の参考たらしめんが爲めなり

本書は記述の平易ならんことを務め特に簡易なる實驗を挿みて解説し一面には小學校理科教授の参考たらしめんことを務めたるが故に小學校教員の参考書として又適當なるべきは編者の期するところなり

明治三十三年九月

杜陵寓に於て

編者識す



# 新編物理學教科書

## 目次

### 第一編 物性

#### 第一章 總論

一、物の三態 二、物體は細分し得らるべきこと 三、物質の構造に關する説

#### 第二章 固體

四、硬性 五、脆性 六、展性 七、延性 八、彈性 九、結晶

#### 第三章 液體

一〇、壓力の傳達 一一、水壓機 一二、重さに基く液體の壓力 一三、液體の壓力と深さとの關係 一四、水平 一五、水準器 一六、液體の浮力 一七、浮泛體 一八、密度及び比重 一九、比重を測る法

#### 第四章 氣體

目次



二〇、空氣の重量 二一、大氣の壓力 二二、氣體の壓縮及び膨脹 二三、氣體の浮力 二四、トリセリの試験 二五、晴雨計 二六、氣體の壓力は土地の高さによりて差あること 二七、大氣壓力の變化 二八、ボーイルの法則 二九、排氣機 三〇、ピペット 三一、ポンプ 三二、サイホン

第二編 力

第一章 運動及び力

三三、運動 三四、速度 三五、運動の第一法則 三六、力 三七、運動量 三八、運動の第二法則 三九、運動の第三法則 四〇、力の組立及び分解

第二章 重力

四一、重力 四二、物體の落下 四三、落體の法則 四四、彈道

第三章 重心及び振り子

四五、重心 四六、釣合の状態 四七、振り子

第四章 器械

七五

四八、挺子 四九、天秤 五〇、輪軸 五一、滑車 五二、斜面 五三、螺旋 五四、楔

第三編 音

第一章 音の發生及び波及

八四

五五、音の發生 五六、音と空氣 五七、音の波及 五八、音の速度 五九、音の反射

第二章 音の調子強さ及び音色

九〇

六〇、樂音及び噪音 六一、音の調子 六二、音の強さ 六三、音色

第三章 發音體の振動

九三

六四、弦の振動 六五、オルガン管 六六、舌管 六七、共鳴

第四編 熱

第一章 寒暖計及び比熱

九七

六八、熱の源 六九、溫度 七〇、寒暖計 七一、最高最低寒暖計 七二、熱量 七三、比熱



第二章 熱の移動 ..... 一〇四

七四、傳導 七五、安全燈 七六、對流 七七、輻射

第三章 膨脹 ..... 一一一

七八、膨脹 七九、膨脹率 八〇、容積の膨脹と比重との關係

第四章 凝固及び氣化 ..... 一一五

八一、融解 八二、融解熱 八三、沸騰 八四、沸騰點と壓力との關係 八五、氣化熱  
八六、蒸溜 八七、蒸發 八八、露點 八九、露霜 九〇、雲霧雨雪

第五章 蒸氣機關 ..... 一二六

九一、熱と機械的動作との關係 九二、蒸氣機關

第五編の光 ..... 一三〇

第一章 光の波及 ..... 一三〇

九三、光の性質 九四、光の直行 九五、小孔の倒像 九六、光の強度 九七、光の速度

第二章 光の反射 ..... 一三五

九八、光の反射 九九、平面鏡 一〇〇、凹面鏡 一〇一、凸面鏡

第三章 光の屈折 ..... 一四〇

一〇二、光の屈折 一〇三、全反射 一〇四、レンズ 一〇五、凸レンズ  
一〇六、凹レンズ

第四章 光學の器械 ..... 一五三

一〇七、眼 一〇八、顯微鏡 一〇九、望遠鏡 一一〇、幻燈

第五章 光の分散及び色 ..... 一五六

一一一、プリズム 一一二、光の分散 一一三、補色 一一四、物體の色

第六編の磁氣 ..... 一六四

第一章 磁石の性質 ..... 一六四

一一五、磁石 一一六、磁石の吸引及び拒斥 一一七、磁石に関する假定説  
一一八、磁氣の感應 一一九、磁石を作る法 一二〇、磁氣の消失



第三章 地球の磁氣

一一二、地球の磁氣 一一二、方位角及び傾角

第七編の靜電氣

第一章 電氣の發生

一一三、電氣の發生 一一四、電氣の傳導 一一五、電氣の種類 一二六、陰陽兩電氣の等量

第二章 電氣の感應

一二七、感應 一二八、驗電器 一二九、電氣盆

第三章 電氣の配布

一三〇、電氣は導體の表面に存すること 一三一、電氣密度 一三二、尖端の作用

第四章 發電機及び蓄電器

一三三、ラムステンの發電機 一三四、ウキムシヤルストの發電機 一三五、レトデン瓶

第五章 大氣中の電氣

一三六、大氣中の電氣 一三七、雷避け

第八編の動電氣

第一章 電池

一三八、電流 一三九、局部電流 一四〇、電池の分極 一四一、ダニエル電池 一四二、ブレンセン電池 一四三、重クロム酸電池 一四四、電流の強さ

第二章 電流の磁石に及ぼす作用

一四五、電流の磁石に及ぼす作用 一四六、電流計 一四七、コイルの作用 一四八、電氣磁石 一四九、電氣呼鈴 一五〇、電信機

第三章 電流の發熱作用及び化學作用

一五一、電流の發熱作用 一五二、電氣燈 一五三、白熱電氣燈 一五四、電氣分解

第四章 感應電流



一五五、感應電流 一五六、レンツの法則 一五七、感應コイル 一五八、ダイナモ  
發電の原理 一五九、ダイナモ 一六〇、電話機

第九編 仕事及びエ子ルギー……………二二一

一六一、仕事 一六二、エネルギー 一六三、エ子ルギーの種類及び其の變遷と  
不滅

附録

第一ガラス細工……………一

第二本邦度量衡と外國度量衡との關係……………六

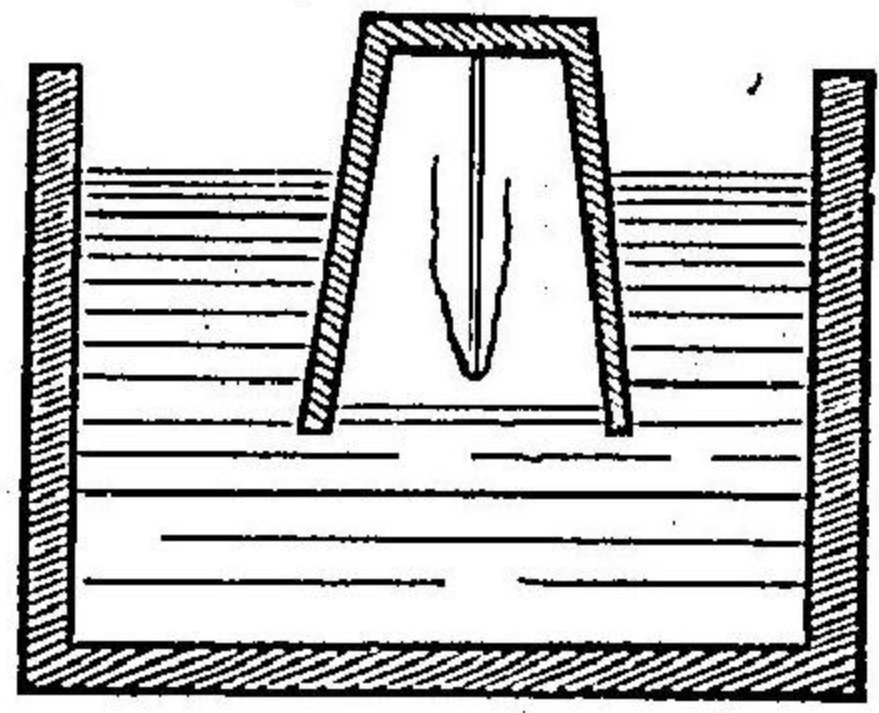
第三各種の表……………九

新編物理學教科書

第一編 物性

第一章 總論

一、物の三態



第一圖

物體は種々の形態をなして存在し多くは五官を以て認識するを得べきも又空氣の如く目睹すること能はざるものあり然れども適當の實驗を行ふときは容易に其の存在を證するを得べし  
實驗 空虚なる「コップ」を第一圖の如く

森山辰之助編



倒に水中に挿入するに水は殆ど其の中に入ることなしもし「コップ」の底に蠟にて短き線香を附着せしめ火を點じて試験をなさば「コップ」を水中に入るとも水の其の中に入らざるが爲め火は依然として燃ゆるを見るべし  
 空氣は吾人の空虚なりと見るところにも充滿せるものにして地面上高く上際に亘り生物の生活上極めて重要なものなり

凡る物體は種々異態を具ふるものなれども之れを其の凝聚の情態により左の三に區分するを得

**固體** 金石又は木片等の如く多少硬くして一定の形狀と容積とを有し其の一部を動かさんとするも全體の動かざるを得ざるものを固體といふ

**液體** 水・油の如く流動して其の形一定せず之れを器内に入るれば上面平かになるものを液體といふ

**氣體** 空氣の如く最も流動し易き稀薄なるものにて一定の形狀と容積とを有せず又液體の如く定りたる表面を有せざるものを氣體といふ

液體と氣體とは何れも流動するものなれば此の點より二者を合して流體と稱することあり

二、物體は細分し得らるべきこと 砂糖の一塊を水中に投入して溶かすときは其の水は甘味を生ずべく又赤色のインキ一滴を水中に入れて攪拌するときには水の赤色を帯ぶるを見る之れ砂糖又はインキが細微なる小部分に分離して水の全體に散布したるが故なり



吾人が麝香の香氣を感じるは其の物質の細微なる部分が分離して嗅神經を刺戟するによるなり而して麝香を入れたる袋が永く其の香氣を放つも尙其の重量の減少したるを發見すること能はざる事實より見れば物體は如何に細微なる部分より成立せるかを想像するに足るべし

三、物質の構造に關する説 物質の構造に關する説によれば物質は限りなく細分し得らるべきものにあらず極めて微細なるしかも有限なる小部分より成るものなりといへり其の小部分を分子と名づく例へば一塊の食鹽の如き之れ食鹽の分子と稱する小粒の集合體なるを知るべし然れども分子なるものは物質の最小部分なるにはあらず例へば食鹽の分子は食鹽の性質を有するものと最小なる部分なるも

未だ物質の終局の微粒にはあらざるなり物質の構造説によれば分子は更に若干の粒子よりなるものにて之れを原子と名づけ物質の最小微分となせり

## 第二章 固體

四、硬性 固體には爪を以て爬き得べきものあり又小刀を以てするにも傷つくること能はざるものありて夫々硬さを異にするものなり今甲乙二物體をとりて相摩し若し甲が乙を傷つくるときは甲は乙よりも硬しといふ礦物學にては物體の硬度を定むる爲め左の標準を採用せり

- 一、滑石
- 二、石膏
- 三、方解石
- 四、螢石
- 五、燐灰石
- 六、長石
- 七、石英
- 八、黃玉石



九、鋼玉石 一〇、金剛石

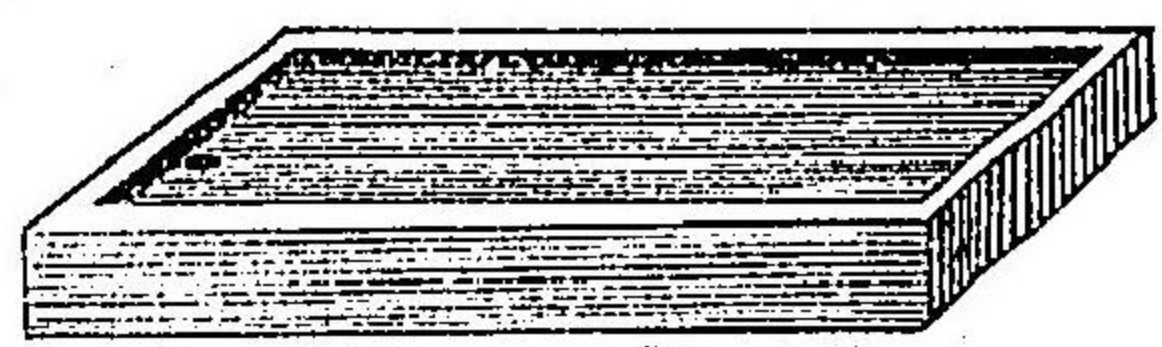
五、脆性 固體は之れを打撃するに其の激動に堪ふる度に難易あり之の性質を脆性といふ硬度の大なるもの必ずしも破碎し難きものにあらざ金剛石の如きは萬物中最も硬きものなれども之れを打撃すれば容易に破壊して小粒となるものなり

六、展性 金屬の如き固體は之れを鐵砧上に置きて打てば展ばされて板となる性あり之れを展性といふ黄金は最も此の性に富み一インチの三十萬分の一の厚さとなすを得べし

七、延性 或る金屬は之れを引伸すれば延長して線となる性あり之れを延性といふ金屬は概ね之の性に富み特に

白金を最とす

八、彈性 ゴム象牙又は空氣の如き物體は外より力を加へて壓搾すれば其の形狀若しくは容積を變更するも外力を去るときは再び原形又は原容積に復する性あり之れを彈性といふ



第二圖

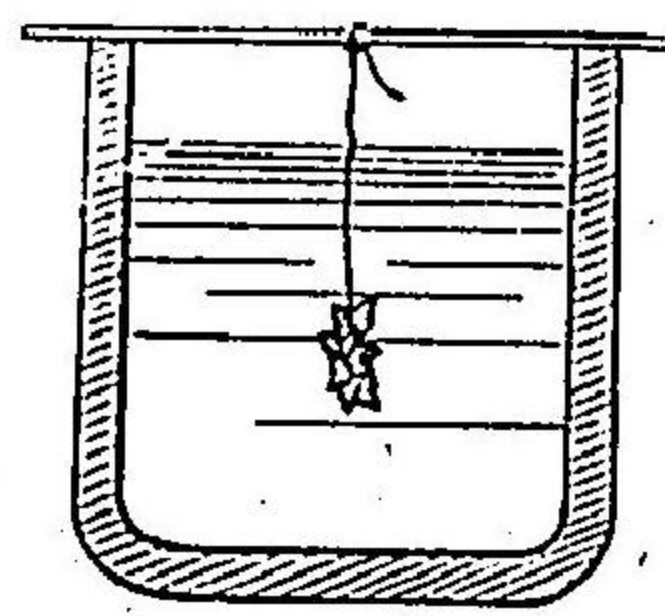
實驗 第二圖の如く大理石の盤面を油烟にて黒くし象牙球を高所より墜落せしむるときは其の落下の高さの異なるにより其の痕跡に大小あるを見るべし液體及び氣體は完全なる彈性體にして之れに強大なる力を加へて其の容積を變化せしむるも其の力去れば忽ち原形



に復するものなり然れども固體にありては然らず或る限界内にありては再び原形に復するも其の限界を超ゆるときは充分に原形に復すること能はざるに至る之の限界を完全彈性の限界といふ

### 九、結晶

液體より固體に移るとき或るものは一定の形状をとらんとする傾向あり食鹽の立方形をなし水晶の六方光形をなすが如きをいふ斯く一定の形状をなすものを結晶體と稱す又一一定の形状を有せざるもの例へばガラス木炭



第三圖

等の如きは之れを非結晶體と稱す

#### 實驗

ビーゲル中に水を入れ之れを熱し明礬を溶け得べきだけ溶解せしめ其の中に糸を下げ置かば溶液漸次冷却するに従ひ明礬

は糸に附着し結晶するを見るべしもし大なる結晶を得んとせば其の中適當なるもの一個を残し他は盡く除き去り糸の他の部分に油をぬり置くべしさすれば其の残し置きたる小結晶は漸次發育して大なる結晶となるに至るなり

### 第三章 液體

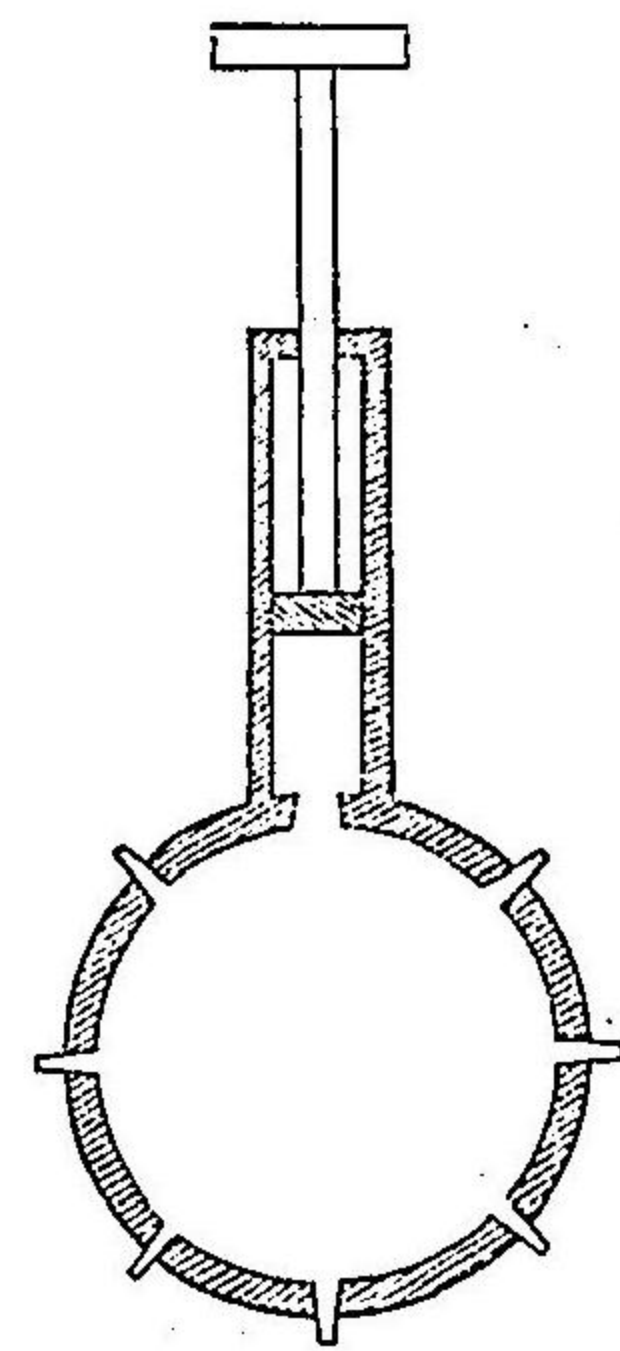
#### 一〇、壓力の傳達

液體は固體と異なり流動し易きものなれば之れを器内に入れ外より壓力を加ふるときは獨り其の方向にのみ壓を及ぼすものにあらず之れを何れの方向にも傳達し等しく器の内壁を壓するものなり之れをパスカルの原理といふ

#### 實驗

第四圖の如くピストンを具へたる器に水を充たし

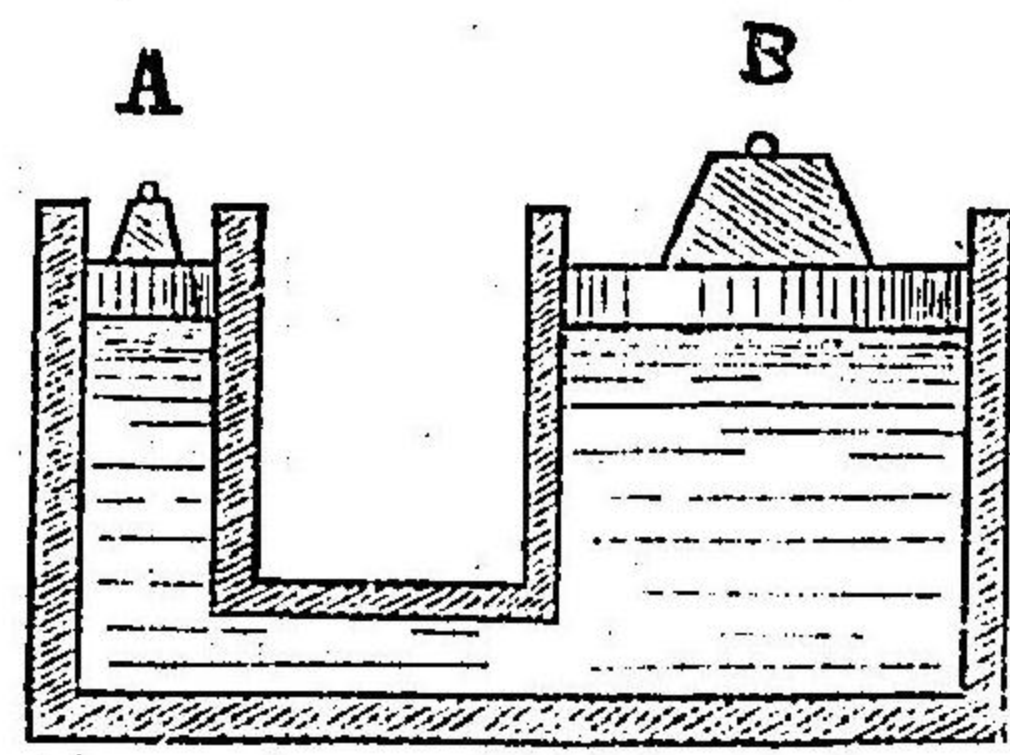




第四圖

ピストンにて一方より壓すれば、水は周囲の細孔より等しく迸出するを見るべし

一一、水壓機 第五圖の如

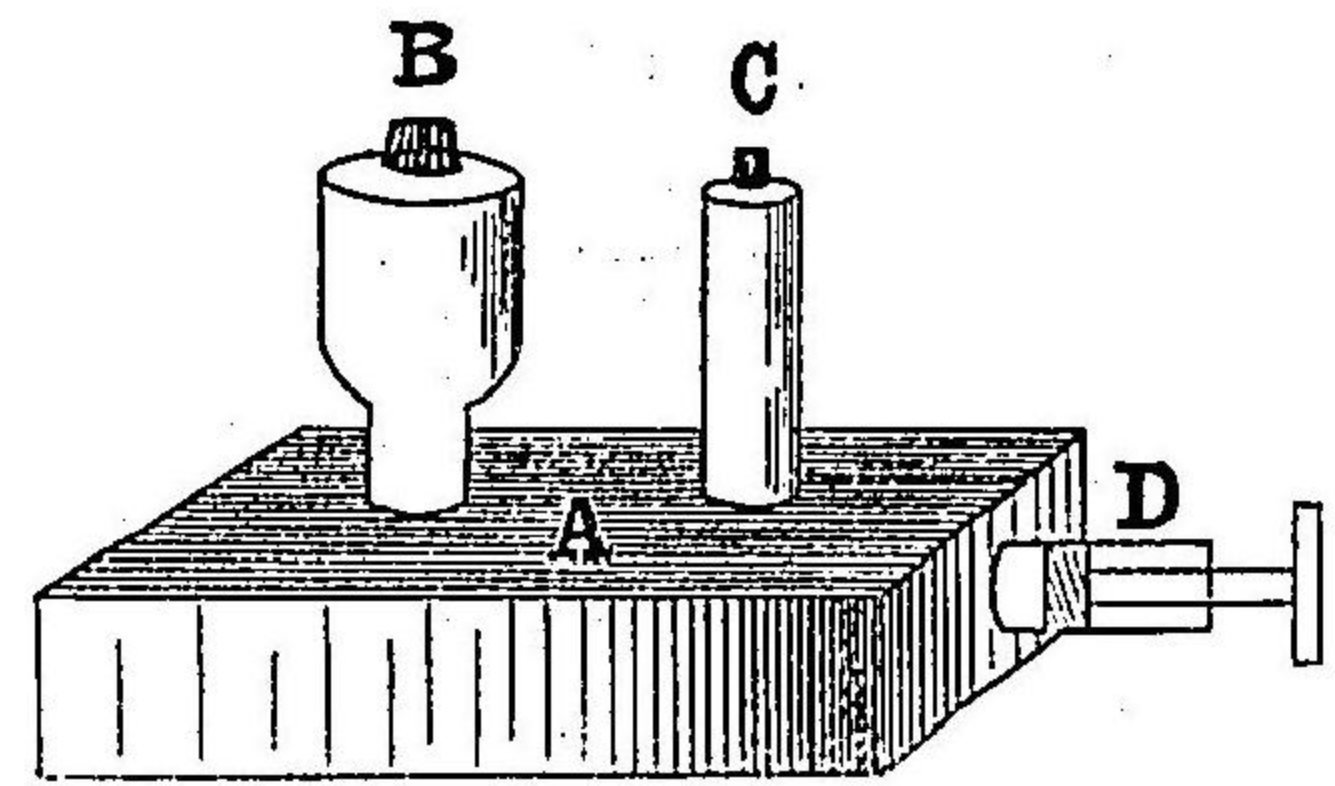


第五圖

き器に水を入れAに一貫目の錘をのせんかパスカルの原理により其の壓力は各方向に一樣に傳達せらるゝが故にもしBの切口の面積がAの切口の面積に十倍すとせばBに十貫目の錘をのせて始めて釣合を保つことを得べき理なり

實驗 第六圖のAは木にて作りたる箱、B

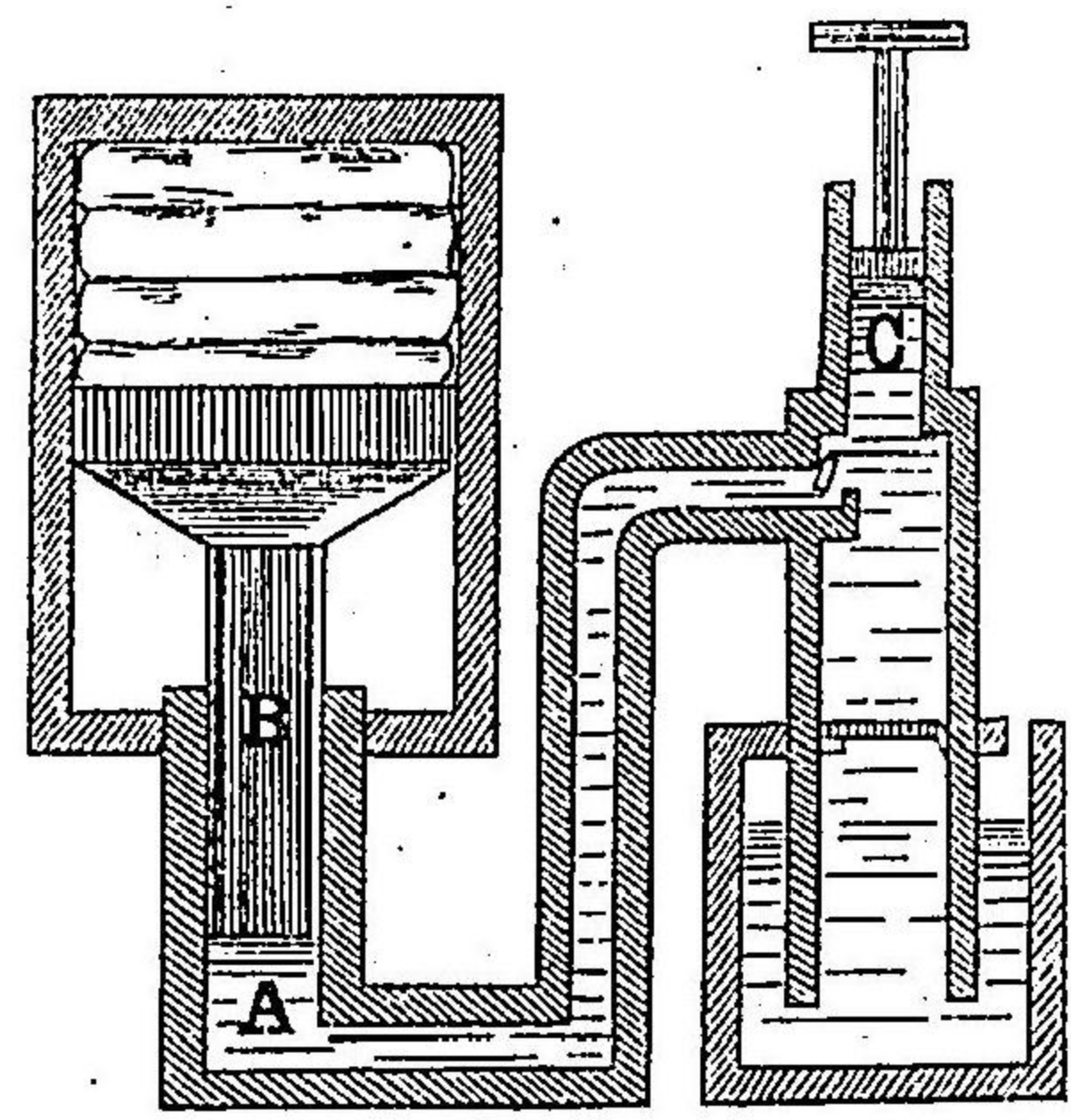
及びCは上面に密合するガラスの蓋を具へたるガラスの器、



第六圖

Dはピストンを具へたる管なり今Aに水を入れてB及びCにも充たしピストンにて壓力を加ふるときもしB及びCの蓋にのせたる錘が其の切口の面積の割合に等しければ水は同時に蓋を押し上げて溢出するを見るべし

かくの如く小さな力を以て大きな力に抵抗せしむるを得而して之れを利用したる器械をブラマ水壓機とす第七圖はブラマ水壓機にてピストンを上下すれば水は管を



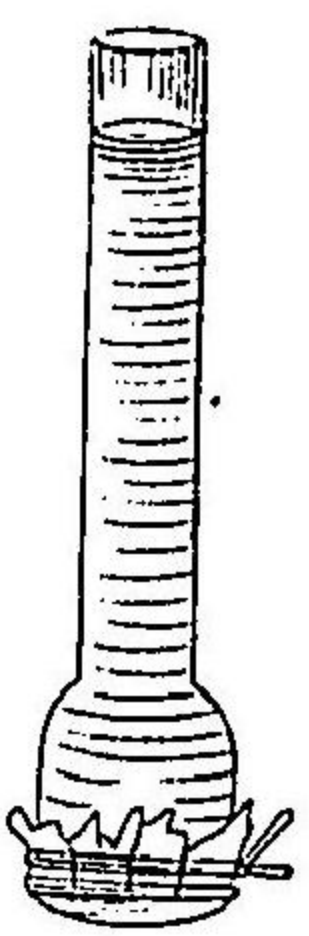
第七圖



一三  
經てAに入り圓柱Bを壓上し以て上方にある物體を壓搾するなり其の力の割合は圓筒Cと圓柱Bとの切口の面積の割合に等し

一一一 重さに基く液體の壓力 固體を積み重ねるときは底を壓する力を生ずる如く器内を充せる水は器底に壓を及ぼすものなり而して其の壓力は水の深さに比例するものなり

實驗一 ランプのホヤの一端にゴム膜を張り之れに水を入



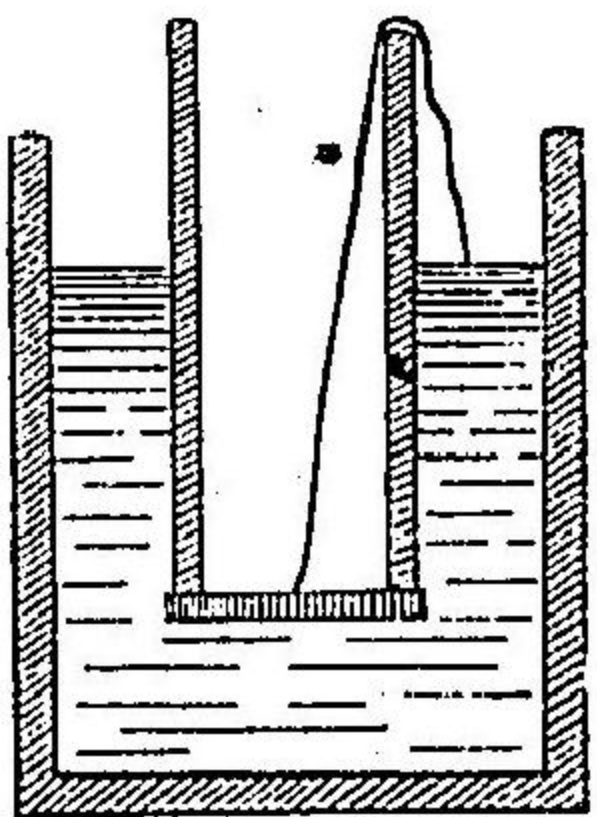
第八圖

るれば膜は壓力の爲めに膨れて下方に凸出すべし更に水を加へ深さを増すときは凸出すること益々大なるを見るべし

液體は流動し易きが故に其の壓力は何れの方角にも等しく

傳達することはパスカルの法則として既に知るところなり従つて器内に於ける水の壓力は獨り下壓のみならず何れの方角にも等しく厭力あるを知るべし

實驗一 ガラス圓筒及び其の口に密合すべき眞鍮板の中央



第九圖

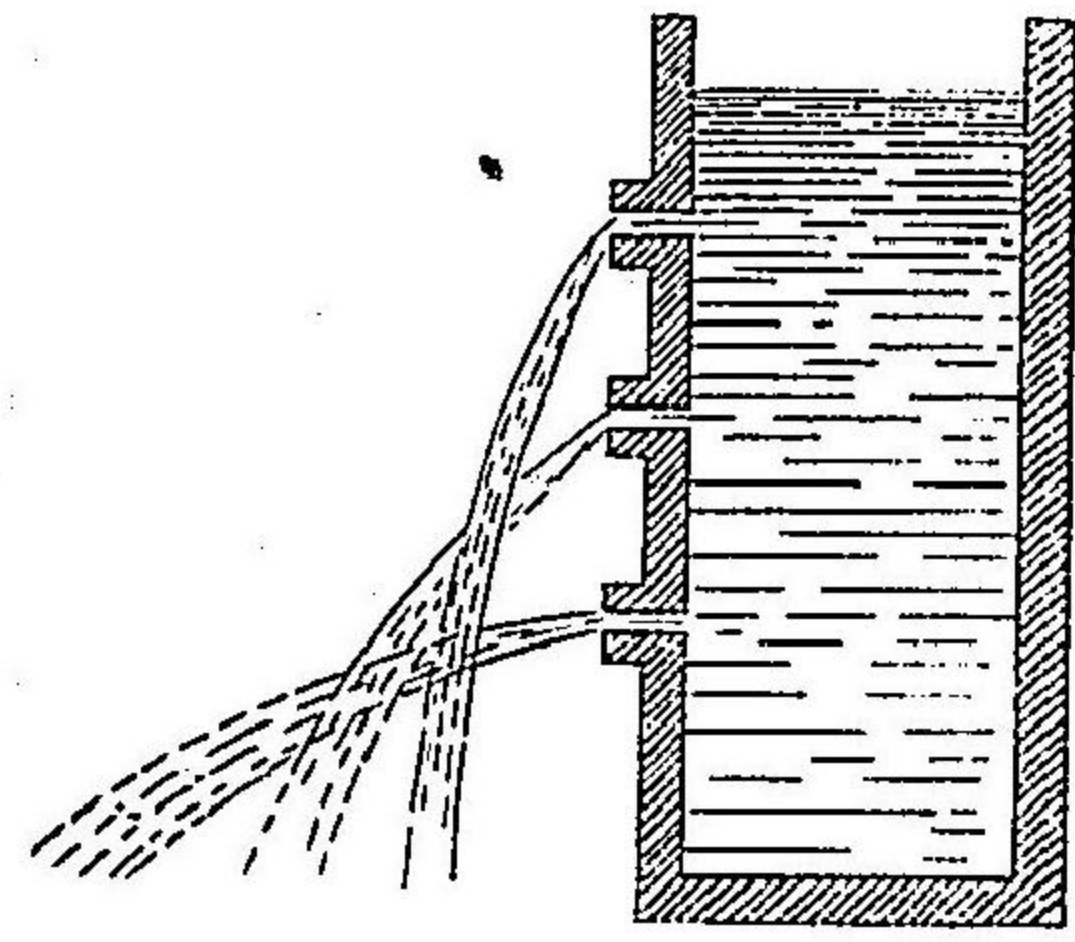
に糸をつけたるものをとり糸を引きつゝ第九圖の如く水を容れたる器内に挿入せば糸を放つと板の墜落することなきを見ん而して上壓が下壓に等しきことは圓筒

中に徐々に水を注ぎ水が器内の水面と殆ど等しき高さに至れば板は自ら墜落するによりて知らるべし

又第八圖の如きゴム膜を張れる管を水中に入れば膜は壓力の爲めに上方に凹み挿入すること深さに従ひ凹むこと益



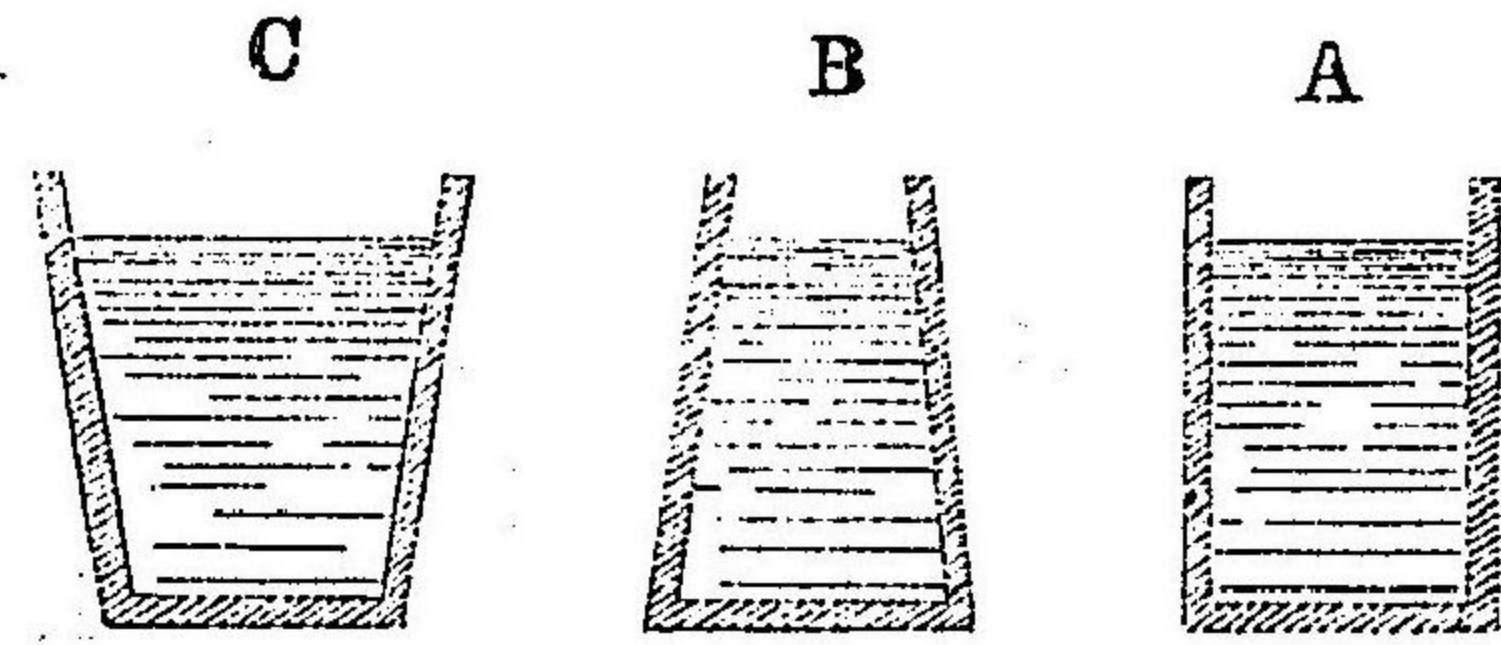
々著じるしきを見る而して水を其の中に入るときは凹みの度を減じ管内の水面器の水面と等しくなるに至らば膜は全く平らになるべし



實驗三 側壓を試験せんとせばブリ  
第一 半製の底ある圓筒の側方に孔を穿ち之れに水を入れるべし水は側壓によりて流出し深さの異なるによりて流出の速度に差あるを見るべし

一三、液體の壓力と深さとの

關係 液體の壓力は深さに關して異なるものにて容器の大小に關するものにはあらず之れ液體は壓力傳達の原理により同一の深さの壓力皆相等しきによる



第一圖

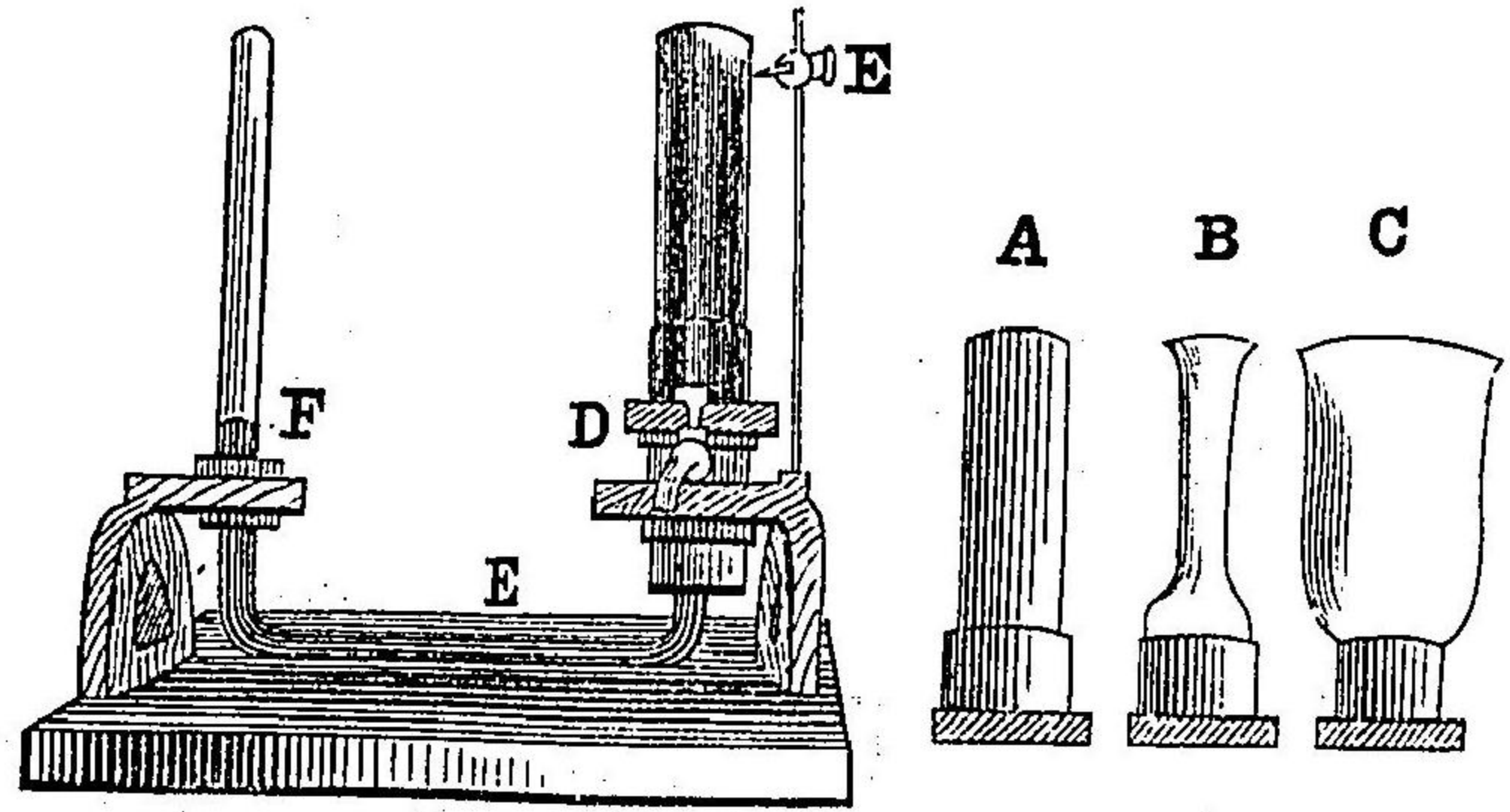
例へば第十一圖の如き器の基底の面積を等しくし之れに液體を注ぎ等しき深さならしむれば其の底面に及ぼす壓力は何れも相等しきを見る

實驗 A、B、Cは基底を等しくせる管にて螺旋にてDなる臺上の管に固定するを得EFは曲りたるガラス管にてA管の下底と連通せり今A管を圖の如く固定し水銀を注ぎてA管の基底より少しく下にあらしめ更に水を注ぎて殆どA管を充たしEの指針を動かして水の高さを指示せしめ又F管内の水銀の高さを記すべし次にA管に代ふるにお及びCの二管を以てし同様の試験を施すときは水銀

注ぎて殆どA管を充たしEの指針を動かして水の高さを指示せしめ又F管内の水銀の高さを記すべし次にA管に代ふるにお及びCの二管を以てし同様の試験を施すときは水銀

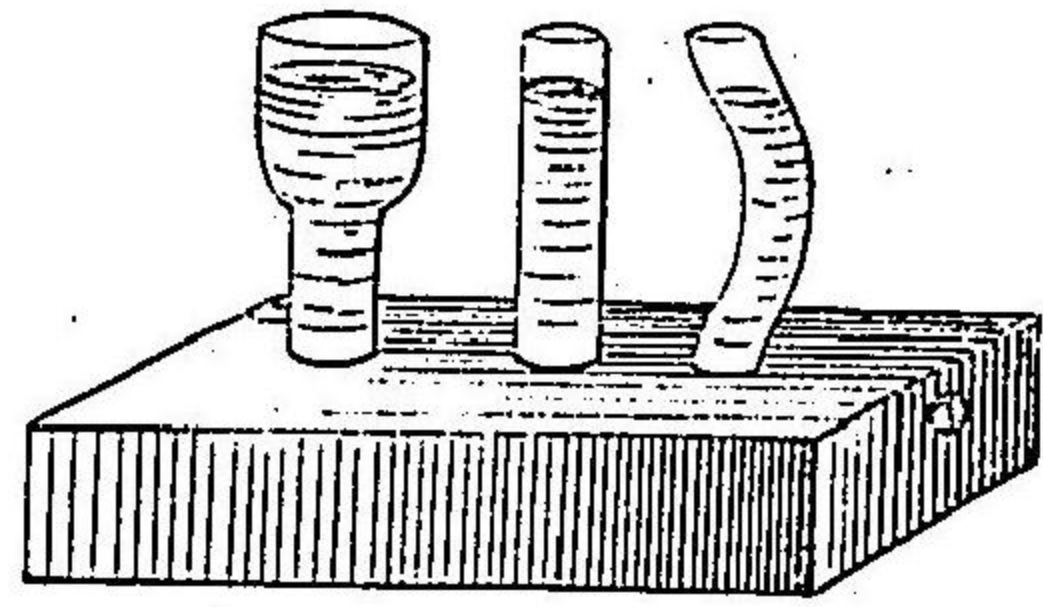


に於けるも亦之れに準ず



第一圖

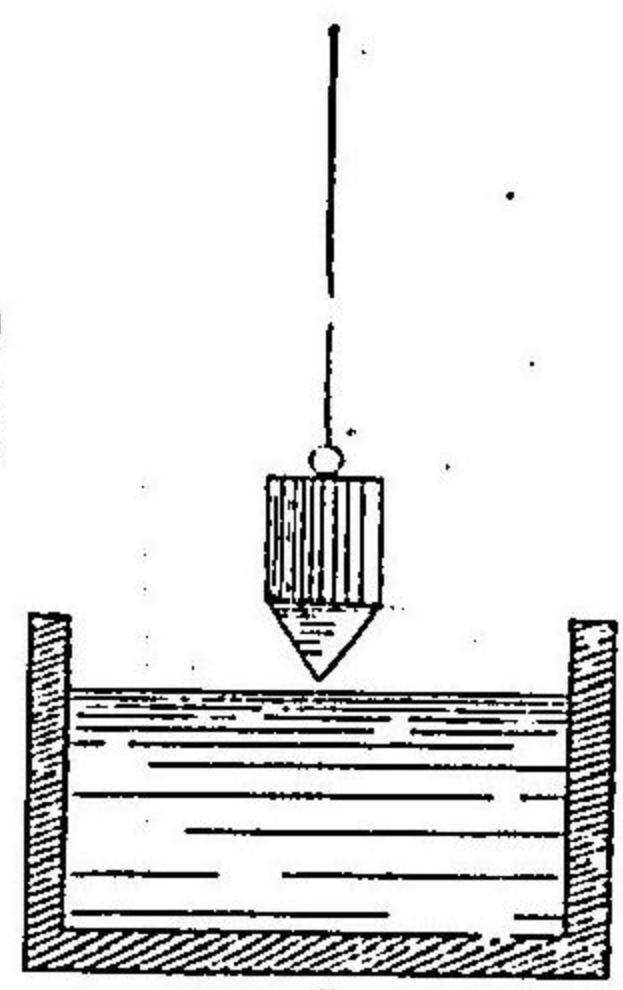
頭の高さ何れも同一なるを見るべし  
液體の壓力は深さと基底の面積とに  
關するを以て其の大きさを計算するこ  
と容易なり例へば水を入れたる器の  
基底の面積を十平方センチメートル  
とし深さを五センチメートルとせば  
其の全底面に及ぼす壓力は  $(10 \times 5 = 50)$   
五十立方センチメートルの水の重量  
なるべきが故に之れを水の一立方セ  
ンチメートルの重量に乗じたるもの  
は其の水の壓力なるが如し他の液體



第一圖四

第一編 物性 第三章 液體

水の一立方センチメートルの重量は溫度によりて少差あ  
れども一グラムとして計算すべし一グラムは一匁の十五  
分の四なり又水の一立方寸の重量は七匁四分二厘とす



第一圖三

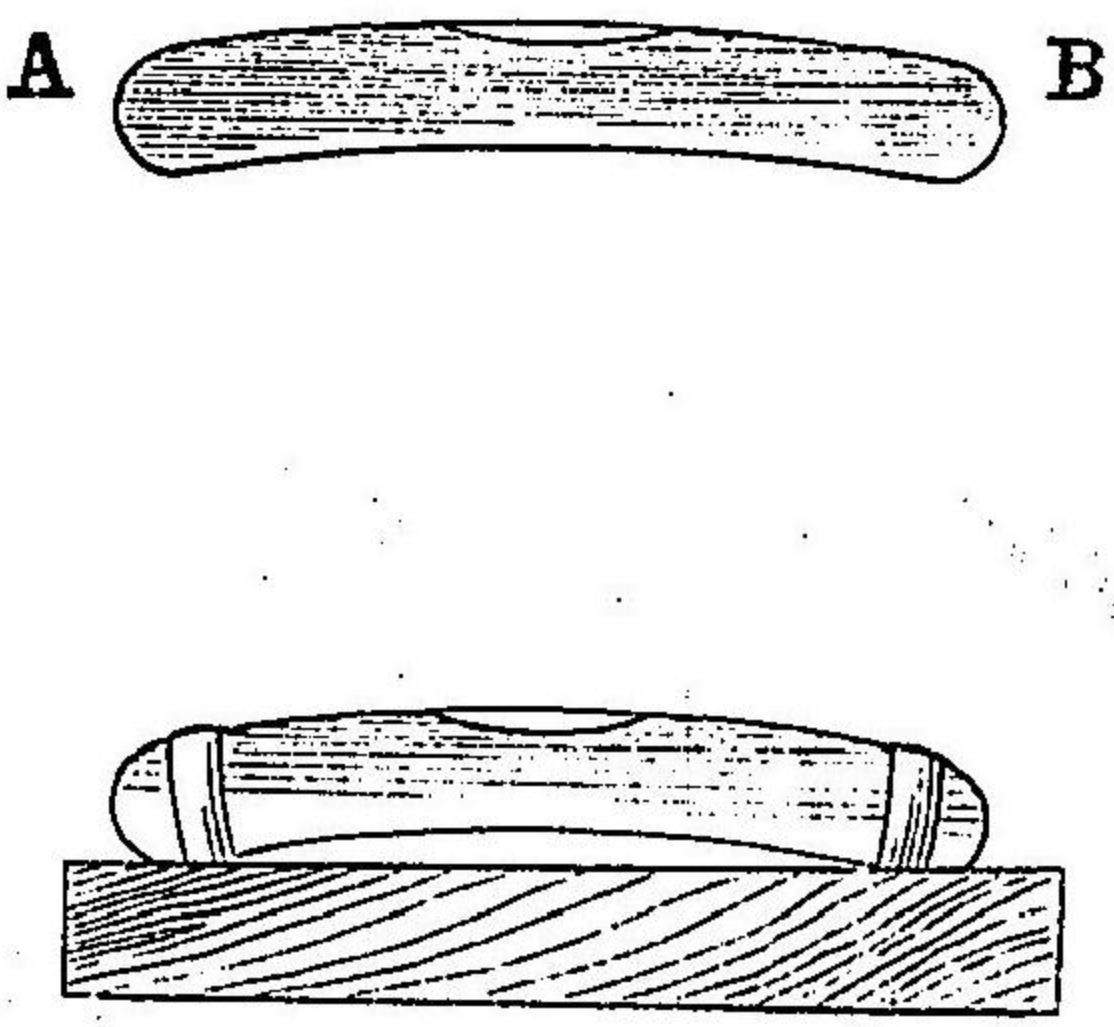
一四、水平 静止せる液體の表面  
は平かなるものにて之れを水平面とい  
ふ糸の端に錘をつけ之れを水平面に降  
すときは糸の方向と水の表面とは互に  
直角をなすものなり其の糸の方向を鉛直線  
といふ  
又下部の相通せる器第一四圖に液體を入  
るときは其の形状大小の如何に關せず其  
の表面は何れも同一の水平面内にありかの



鐵瓶土瓶に水を入れなば其の然るを知るべし

一八

一五、水準器 水準器は(第一五圖)水平を試験する器械にして建築及び測量等に必要なる器なり



第一五圖

此の器はABなるガラス管よりなり其の上部は少しく凸出せり之れに酒精を入れ少許の空氣泡を残して其の口を封じ乙圖の如く臺の上に裝置したるものなり之れを水平なる物體の上に安置すれば空氣泡は其の中央の凸出せる部分を占むるを以て空氣泡の所在により直ちに水平なりや否やを知るを得るなり

設問一

一、水壓機の小なる圓筒の截面積を二平方寸とし他の大なる圓筒の截面積を五十平方寸とせばピストンに加ふる一貫目の力は幾何の力をあらはすか

二、第五圖の裝置に於てA端が降下する長さとしB端の上昇する長さとの關係如何

三、水桶の底の方を狭く作るは何故なるか

四、水桶は上部よりも底部に多くのたがを用ゆるは何故なるか

五、第一〇圖の器の側方の孔より流出する水量は何れが最も多きか

六、水を入れたる桶の水の深さ一メートルなるときは底の一平方センチメートルに及ぼす壓力幾何なるか

七、同上の間に於て底の面積五十平方センチメートルなりとせば全底面に及ぼす壓力如何

八、深さ五尺の池水は其の下底一平方寸に幾何の壓を及ぼすか

九、水を入れたる器の側壁に及ぼす壓力は各部分同一なりや

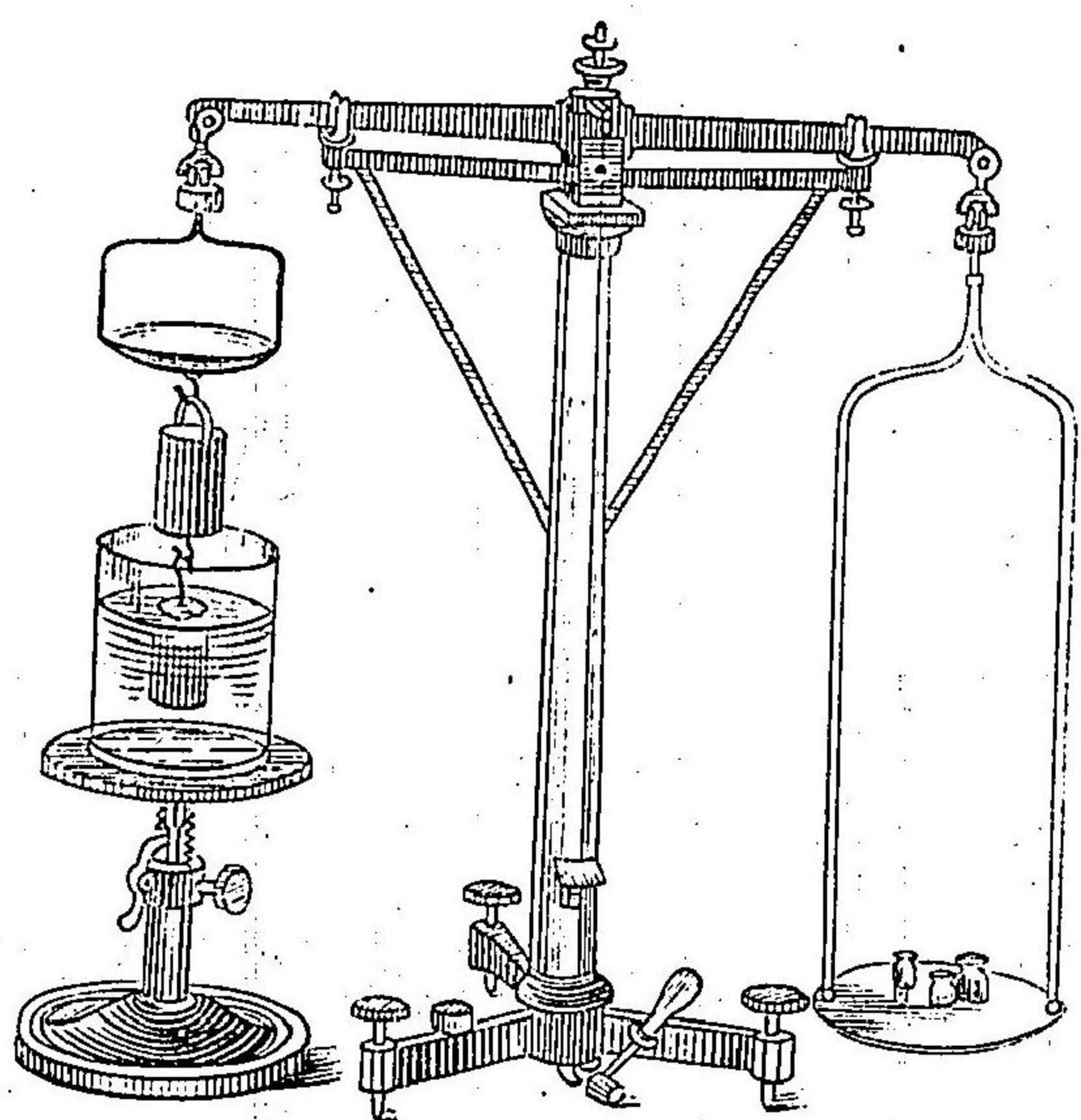


一〇、建築に於て水盛りをなさざるときは如何なる不都合あるか

一六、液體の浮力 液體中に物體を没入するときには物體は其の重量の幾分を減ずるものにて換言せば液體は没入せる物體を浮かさんと務むるものなり之れを液體の浮力と名づく

實驗一 水中に木片を投ずれば木片水上に浮む其の時棒にて之れを水中に押し入れんとせば抵抗を感じずべし又銅貨若しくは小刀を入れるときは水中に沈めども空氣中にありしよりも輕きを覺ゆべし又鉛若しくは小石を心とし蠟にて其の周圍を包み水と同量なる如く作れる物體を入れるときは浮沈自在なるべきなり  
物體の液體中にありて減ずる重量は其の没入せる物體と同

容積の液體の重量に等しきものなり之の法則をアルキメデスの原理といふ



第一編 物性 第三章 液體 圖六一

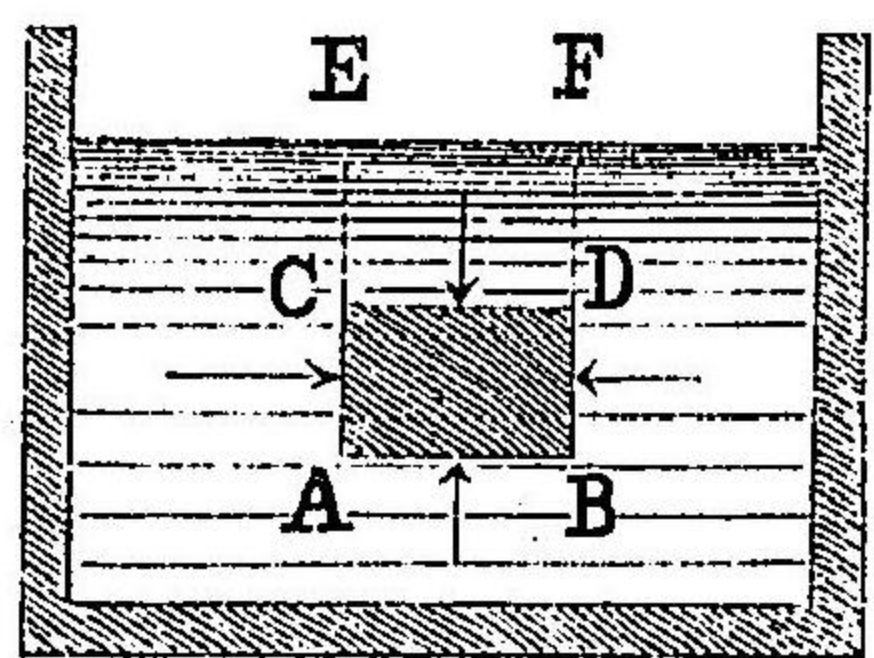
實驗二 天秤をとり一端に空圓壺と當に密合すべき實圓壺とを組立てたるものを懸け他端に錘を加へて釣合はしめ實圓壺を水中に入るときは直ちに釣合を失ふを見るべく而して空圓壺内に水を充さば再び釣合を得るに至

るを見るべし

第一編 物性 第三章 液體



抑も液體に浮力の生ずる理由を考ふるに今立方形の固體を液體中に没入したりと假定せよ然るときは其の側面に及ぼす壓力は互に等しくして釣合へども其の上



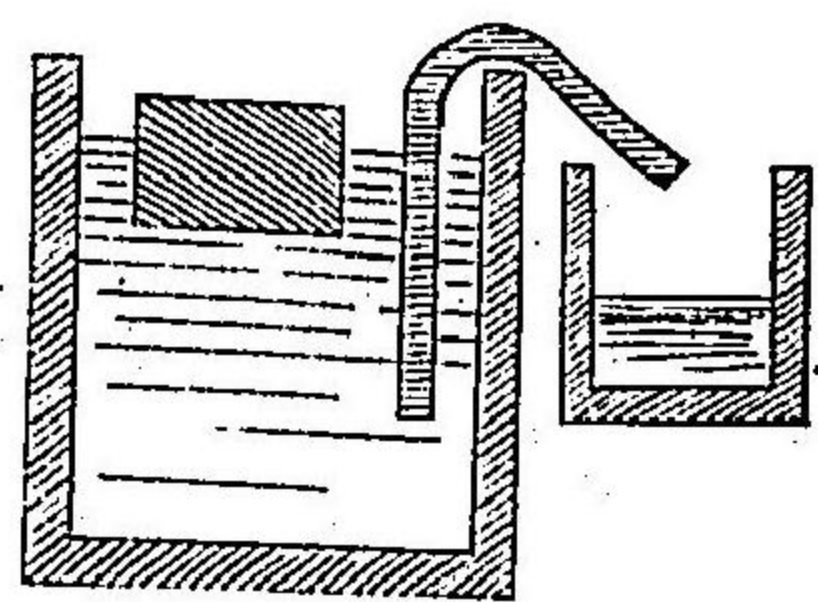
第一七圖

面に及ぼす壓力は上面CDを底としFDを深さとせる液柱の重量に等しく又其の下面ABに及ぼす上壓はABを底としBFを深さとせる液柱の重量に等しきを以て物體は上面と下面との壓力の差即ち其の物體と同容積の液體の重量を以て上方に浮ばしめらるべきなり

### 一七、浮泛體

水より輕き物體は之れを水中に入るとも水底に沈むことなく一部分水中に一部分水上にあるものなり而して其の水中に浮泛せるにより物體の重量は當に水

の浮力に等しからざるべからず従つて物體の沈入せる部分と等容積の水の重量は物體の重量に等しかるべきなり次の試験によりて之れを證せん



第一八圖

### 實驗

コップに水を充たしサイホンを挿入し其の一端を吸ひ水を流出せしめ別にコップ中に木片を入れて其の重量を測り而してサイホンより水の流出止むを待ちコップの中より木片を取り出だしコップをサイホンの孔下に置き木片を水中に入るべし然るときは水流出してコップに集まるを以て水の流出止みたる後水のあるまゝコップの重量を測らば其の重量は當に前者に等しかるべし

### 一八、密度及び比重 單位の容積中に含有する物質の



量を其の物體の密度と稱す攝氏四度の蒸溜水一立方センチメートル中に含む質量を以て單位とし之れを一グラムとす物體密度の表は卷末附録に詳かなり

一種の物體を以て標準とし其の密度に對して他の物體の密度を比較せんとせば攝氏四度の蒸溜水を以て基本とするを常とすかく物體の密度を水に比較したる比を其の物體の比重と稱す

比重を測るには必ずしも單位の容積に於てする要なく等容積中に含有する質量を比較すれば可なり而して重量は其の物質質量に比例するものなれば又其の物體の重量を之れと等容積なる蒸溜水(攝氏四度)の重量に比したる商を求むれば足れりとす

一九 比重を測る法 水より重き固體の比重を測らんには先づ其の物體の重量を測り次に之れを水中に入れて測るべし(アルキメデスの原理により其の重量の減少するは物體と同容積の水の重量なるが故に其の差を以て物體の重量を除したる商は即ち物體の比重なり)

水より輕き固體の比重を測らんには之れに重物を附して水中に沈ましむべし例へば木片の空氣中の重量を五匁とし之れに附着すべき物體を水中にて測るに二十匁ありとし次に兩者を結び付けたるものを水中にて測るに十七匁ありとせば物體は水中にて自己の重量五匁を失ひたるが上に尙二十匁と十七匁との差三匁を失ひたる理なり故に其の物體の比重は左の如く計算すべし



$$5 \div (5 + 20 - 17) = 0.625$$

液體の比重を測る法は或る固體を撰み之れを其の液の中に入れて重量を秤り以て空氣中の重量より幾何程減少せるかを見れば其の量は物體と同容積の液體の重量なること明かなり次に又其の物體を水中にて秤り減少したる重量を見れば其の量は物體と同容積の水の重量なるが故に後者を以て前者を除したる商は即ち液體の比重なり



第一九圖

液體の密度は比重瓶によりて精密に秤量せらるべし比重瓶は第一九圖の如く定容積を有する瓶にして毛細孔を有せるガラス栓あり今或る液體の密度を測らんとせば其の中に液體を充たして栓をなし然る後精密なる秤にのせて秤量すべし而

して其の重量より瓶の重量を減ぜば其の差は當に液體の重量なるを以て瓶内の容積(立方センチメートル)にて之れを除すれば其の液體の密度を得べし

設問二

- 一、河湖中に游泳すと海水中にすとは何れが容易なるか
- 二、陸上にて持つこと能はざる大石も水中にて持つことを得るは何故なるか
- 三、一キログラムの重さある木片は水中にて幾何の力を以て浮ばしめらるか
- 四、小刀又はガラス片を水銀中に投入すれば吸入するや否や
- 五、鐵艦の浮ぶ理由如何、鐵艦の重量と排水せられたる海水の重量との間に如何なる關係あるか
- 六、水百グラムの容積如何



- 七、鐵一キログラムの容積如何
- 八、銅の一キログラムは水中にて幾何の重量あるか
- 九、銀の二百立方センチメートルの重量如何
- 一〇、鉛の一百立方センチメートルを水中にて秤らば其の重量幾何あるか
- 一一、空氣中にて四十五匁ある物體を水中にて秤れば三十匁となる其の物體の比重如何
- 一二、三十匁ある物體を水中にて秤れば二十六匁となり他の液體中にて秤れば二十七匁となる液體の比重如何

### 第四章 氣體

二〇、空氣の重量 氣體は極めて稀薄なるものなれば其の重量は固體液體より著しく輕きものなり

實驗 圓底のフラスコに小許の水を入れ之れを熱して沸騰

せしめ水蒸氣の瓶中に滿つに及びゴム栓にて其の口を密閉し天秤の一盤にのせて釣合はしめ次に栓を脱して空氣を入れ再び元の如く秤盤にのするときは釣合を失ふを見るべし精密なる測定によれば空氣は氣壓七百六十ミリメートル攝氏零度のとき一リートの重量一・二九三二グラムなり

二一、大氣の壓力 雰圍氣は地球の表面より凡そ數十里の高さに瀰蔓せるものなるが故に恰も海洋の水が其の底に壓を及ぼすと同しく大氣も亦少なからざる壓力を地面に及ぼすものなり而して氣體と液體とは粗密の差ころあれ其の性質相類似するものなれば既に液體につきて論じたる壓力の法則は又氣體にも適用せらるべきなり

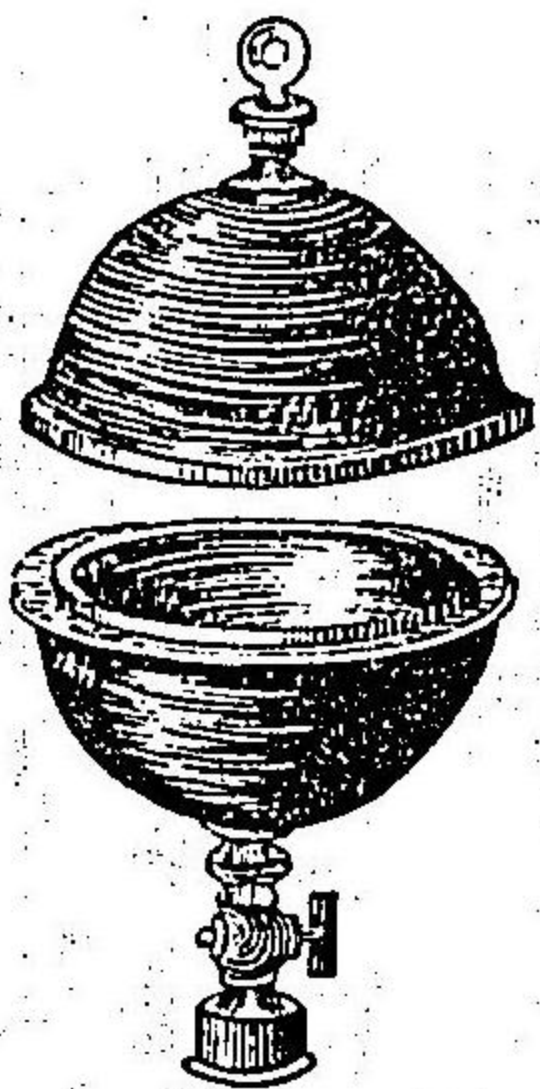
實驗一 排氣機の孔をゴム膜にて蓋ひピストンを上下す



るときはゴム膜は著しく凹むべし

**實驗一** ガラス管を水中に入れ一方の端を吸はゞ水は高く管中に上るべし而して上孔を指にて塞ぎなば之れを引き上ぐるも水降下することなし

**實驗二** 縁の平滑なるコップに水を充たし洋紙にて之れを蓋ひ手掌にておさへ倒にして手を取り去るも水落つることなし

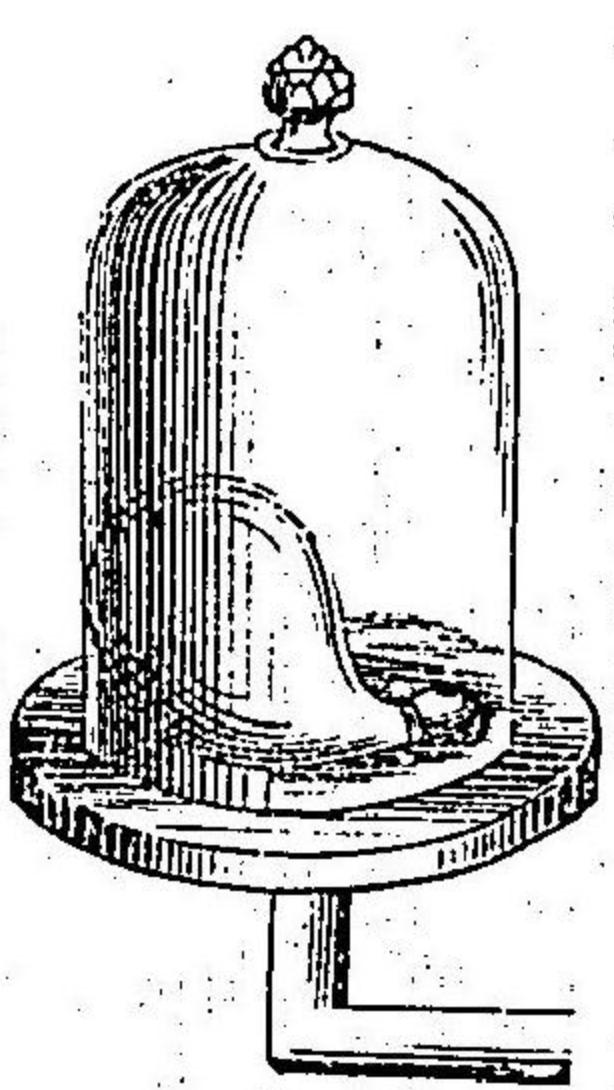


第二〇〇圖

**實驗四** マグデブルクの半球をとり排氣機にて内空の空氣を排除すれば周圍よりの空氣の壓力により容易に引き離すこと能はざるべし

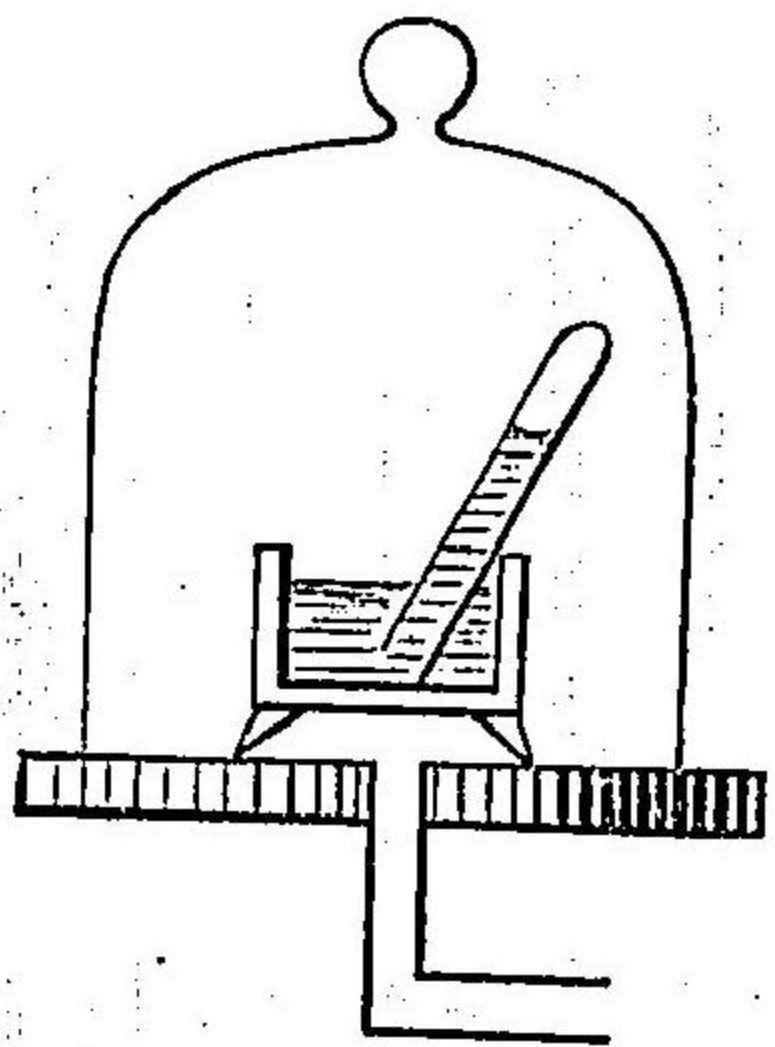
二二二 氣體の壓縮及び膨脹 氣體は外より壓力を加

ふれば容易に縮小し壓力を減ずれば直ちに膨脹する性を有す



第二一〇圖

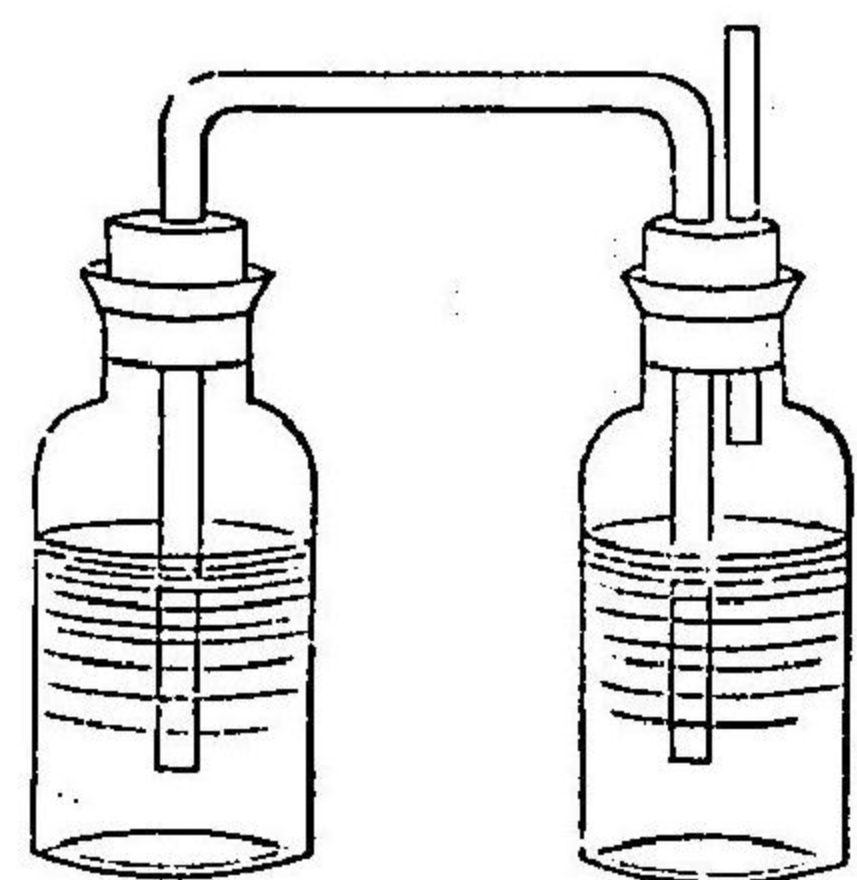
**實驗一** 排氣機の鐘内に萎みたる膀胱の口を緊縛したるものを入れ排氣すれば膀胱は次第に膨脹すれども空氣を入るときは再び縮小して元の状態に復するを見るべし



第二二〇圖

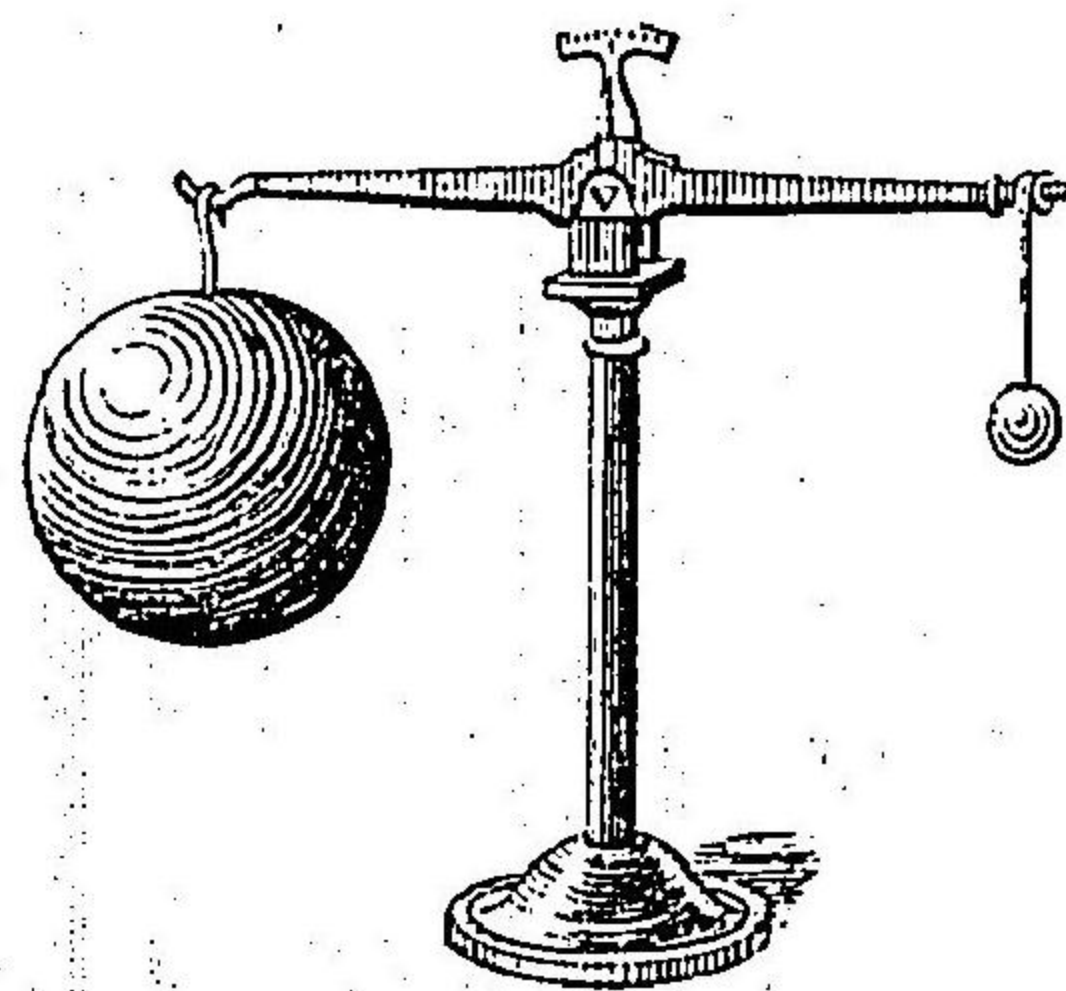
**實驗二** 試験管に半ば水を入れたるものを水中に倒立し之れを排氣機の鐘内に入れて空氣を排除すれば試験管中の水は降下するを見るべく更に空氣を入れば再び元の如くなるべし





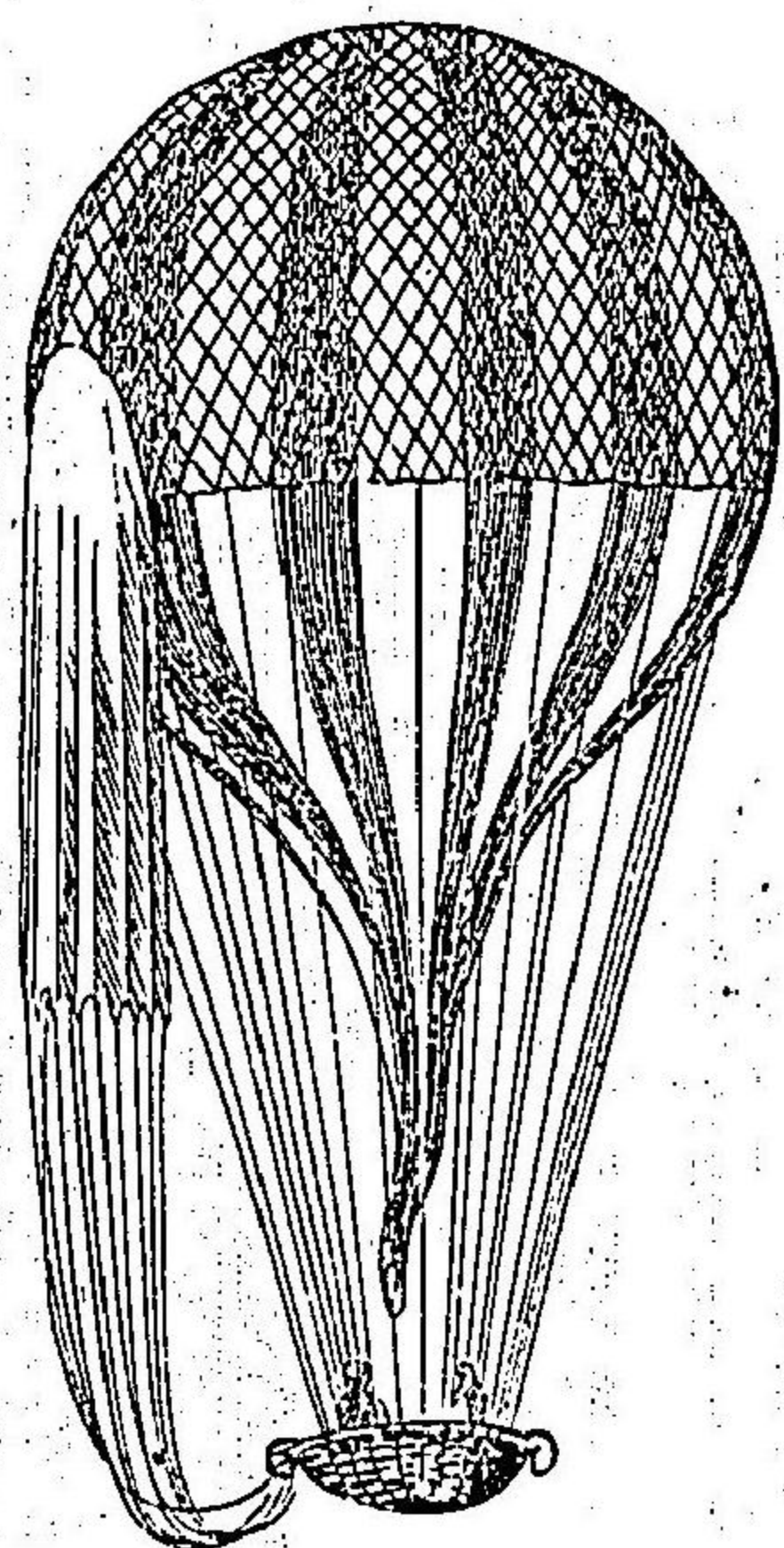
第二三圖

實驗三 排氣機の鐘内に連通瓶(第二三圖)を入れ空気を排除すれば一方の瓶の空気は鐘内に通ずるを以て他方の瓶にある水は管を経て一方に集るべくもし鐘内に空気を戻すときは元の如くなるべし



第二四圖

二三、氣體の浮力 氣體も亦液體の如く物體を浮ばすものにてアルキメデスの法則は氣體にも應用するを得るなり  
實驗 大小二球を釣合はしめたる秤を排氣機の鐘内に入れて空気を排除すれ



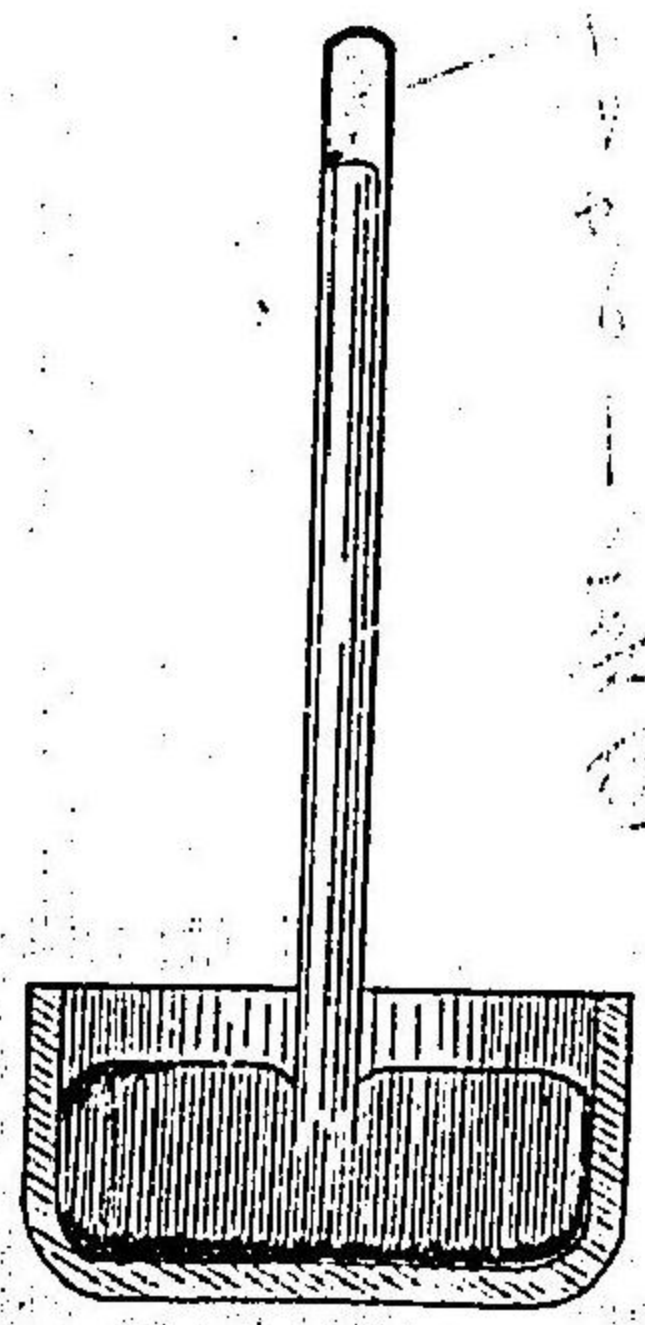
第二五圖

は釣合を失ひて大なる球は降下すべし之れ空氣中にありては容積大なるものは小なるものより多く浮ばしめられて釣合を保ちしに今空氣が排除せられて浮力を受けざるに至りたるが故なり空氣より輕き物體は空氣中に上昇するを得べきものにて水素發生機にて水素の石鹼球を作れば球は容易に空氣中に上昇するを見るべし  
輕氣球は之の理によりて作られたるものにてバニス塗られたる絹布にて大なる

第一編 物性 第四章 氣體



袋を作り内に空氣より輕き水素又は石炭瓦斯を充たし二三  
の人之れに付けたる籠にのり大氣中に上るものなり  
二四 トリセリの試験 大氣壓力を試験する方法左  
の如し



第二六圖

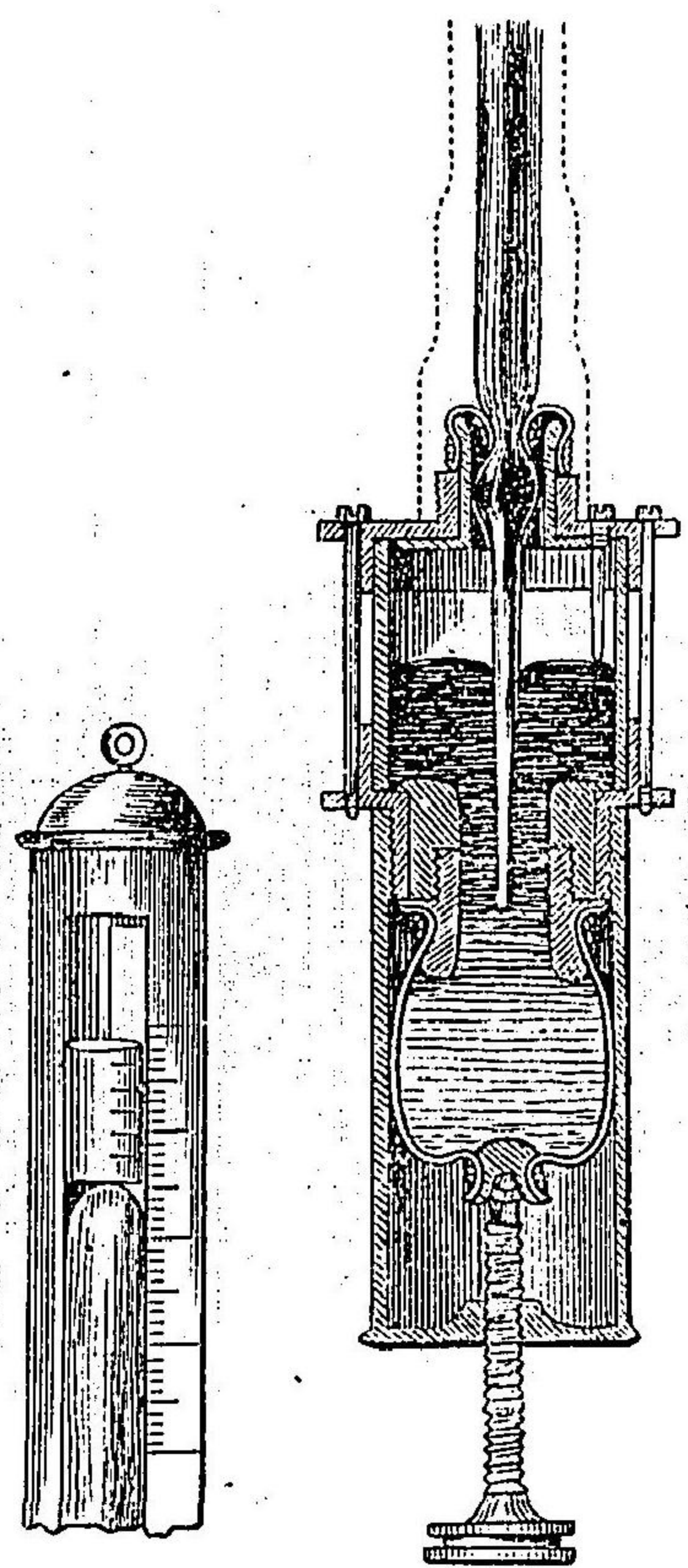
實驗 長さ三尺許の一端閉ぢたるガラス管に水銀を充たし  
之れを水銀の入りたる器内に倒  
立すれば水銀降下するも尙若干  
の高さに昇り居るを見るべし器  
内の水銀の表面より管中の水銀  
頭までの高さ幾寸あるかを測り見よ  
之の試験はトリセリの氏の實驗せしものにて上端に存せる空  
所は空氣の存在せざる所にてトリセリの眞空といふ而して

水銀の管中に上れる高さは即ち大氣の壓力を示せるもの  
にして海面にては七百六十ミリメートル(二尺五寸〇八厘)内外  
とす故に七百六十ミリメートルを以て標準氣壓とす  
管中に上れる水銀の高さは管孔の大小又は水銀を入れたる  
鉢の大小に關せざるものなり何となれば單位の面積に及ぼ  
す水銀の壓力は水銀の高さにのみ關し而して其の壓力が單  
位の面積を壓する大氣の壓力に等しきとき釣合ふべければ  
なり

二五、晴雨計 トリセリの試験の理に基づき大氣の壓  
力を測る器械を水銀の晴雨計とす第二七圖ハ廣く使用せら  
るゝフォルチン氏の晴雨計にして水銀を入れたる槽中に水  
銀を充たせるガラス管を倒立したるものなり大氣の壓力は



大気圧計



第二七圖

て氣壓を測るに當りて水銀槽中の水銀面を常に同一ならしむる要あり之れが爲め水銀を包むに皮革を以てし其の下部に螺旋を具へ且水銀槽の上部に下垂せる指針を具ふもし氣壓を測らんとせば螺旋を旋回して水銀の表面を指針の尖頭に一致せしめ然る後尺度の目盛りを讀みて水銀の高さを知

時々刻々變動するものなれば管中の水銀は之れに應じて昇降せざるを得ず従つ

るなり但し尺度は指針の尖頭より目盛りしたるものなり

二六 大氣の壓力は土地の高さによりて差ある

こと 大氣の壓力は土地の高低に關し海面上より上るに従ひ氣壓を減ずるものなり而して氣壓の減少と土地の高さとの關係は複雑にして説明するを得ざれども氣壓〇・一インチの差あれば凡う九十フートの高低あるものなり 左の表は氣温攝氏十度るとき海面より若干の高さにある土地の晴雨計の平均の高さを示したるものなり

土地の高さ(ミル)	晴雨計の高さ	土地の高さ	晴雨計の高さ
〇	七六〇	七〇〇	六九九
一〇〇	七五一	八〇〇	六九〇
二〇〇	七四二	九〇〇	六八二
三〇〇	七三三	一〇〇〇	六七四
		一〇〇〇	一七〇〇
			六二〇

第一編 物性 第四章 氣體



四〇〇	七二四	一一〇〇	六六六	一八〇〇	六一二
五〇〇	七一六	一二〇〇	六五八	一九〇〇	六〇五
六〇〇	七〇七	一三〇〇	六五〇	二〇〇〇	五九八

二七、大氣壓力之變化 大氣壓力が時々刻々變更するものなることは左の表に照らすも明かなり左表は明治三十三年七月一日日本邦各地の測候所にて測りたる氣壓なり

測候所	一日午前六時	一日午後二時	一日午後十時	二日午前六時
那 那	七五六・四	七五九・〇	七五九・二	七五八・四
鹿 兒 島	七五九・二	七六〇・四	七六〇・六	七六〇・〇
長 崎	七五九・二	七五九・一	七六〇・四	七五九・六
大 阪	七五九・八	七五九・六	七六〇・七	七六〇・七
名 古 屋	七六〇・〇	七五九・四	七六〇・四	七六〇・七
東 京	七六〇・〇	七五九・四	七六〇・三	七六〇・四

金 澤	七六〇・三	七六〇・一	七六〇・八	七六〇・七
新 潟	七六〇・五	七六〇・一	七六〇・七	七六〇・七
宮 古	七六〇・六	七六〇・三	七六〇・六	七六〇・二
札 幌	七五九・七	七五七・六	七五七・九	七五七・〇

大氣壓力變動の原因の主なるものは第一温度の高低第二大氣乾濕の度之れなり

第一温度の高低 氣界の温度一樣なるときは各所の密度皆同一なるべけれどももし温度上るときは空氣は爲めに膨脹して上層に上り上層の空氣は濃密となるが故に近傍に流出し従うて氣壓の減少を來たすものなり

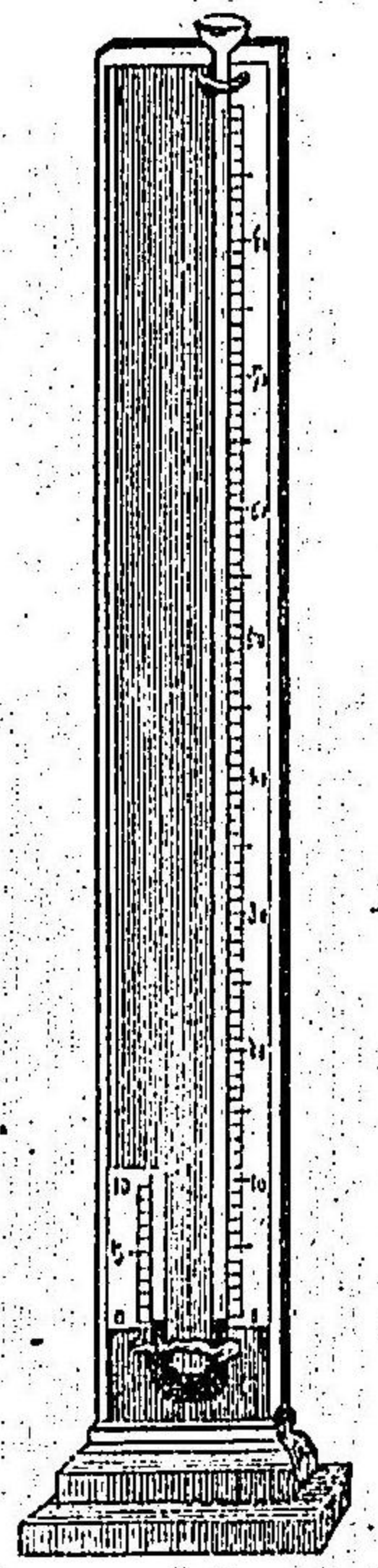
第二乾濕の度 水蒸氣は空氣より軽く凡そ空氣の八分の五なるを以て大氣中に含む水蒸氣の量多ければ従つて氣壓



の減少を生ずべきなり

設問三

- 一、空氣一立方尺の重量を計算すべし
  - 二、試みに教室内の空氣の重量を計算せよ
  - 三、一平方寸及び一平方尺を壓する氣壓を貫目にて計算せよ
  - 四、吾人が氣壓を感じざるは何故なるか
  - 五、トリセリの試験に於て管を斜に立つるときは水銀の高さ(垂直の高さ)に差異ありや
  - 六、同上の試験に於て水銀に代ふるに水を以てすれば其の高さ幾何なるか
- 二八、ボーイルの法則 氣體の容積は外より受くる壓力に關することは左の試験に徴すべし
- 實驗一 圖の如く短管の一端閉塞せる曲管に水銀を入れ兩管に於ける水銀の表面を同高ならしめて短管内の空氣の容



圖八二第

積を記し次に水銀を長管に注加し兩管の水銀の高さの

差を大氣壓力に等しからしめば短管内の空氣の容積は前者の二分の一となるべし

實驗二 長き圓筒に水銀を入れ別に一端閉塞し且目盛りをなせる細管に七八分の水銀を入れ之れを倒にして圓筒の水



圖九二第

銀中に挿入し内外水銀の表

面を同高ならしめて管内の空氣の容積を記し次に之れを引上ぐるこゝ圖の如くするときは空氣の容積は増大すべくもし管中に上りたる水銀の高さ氣壓の二分の一ならば管内空

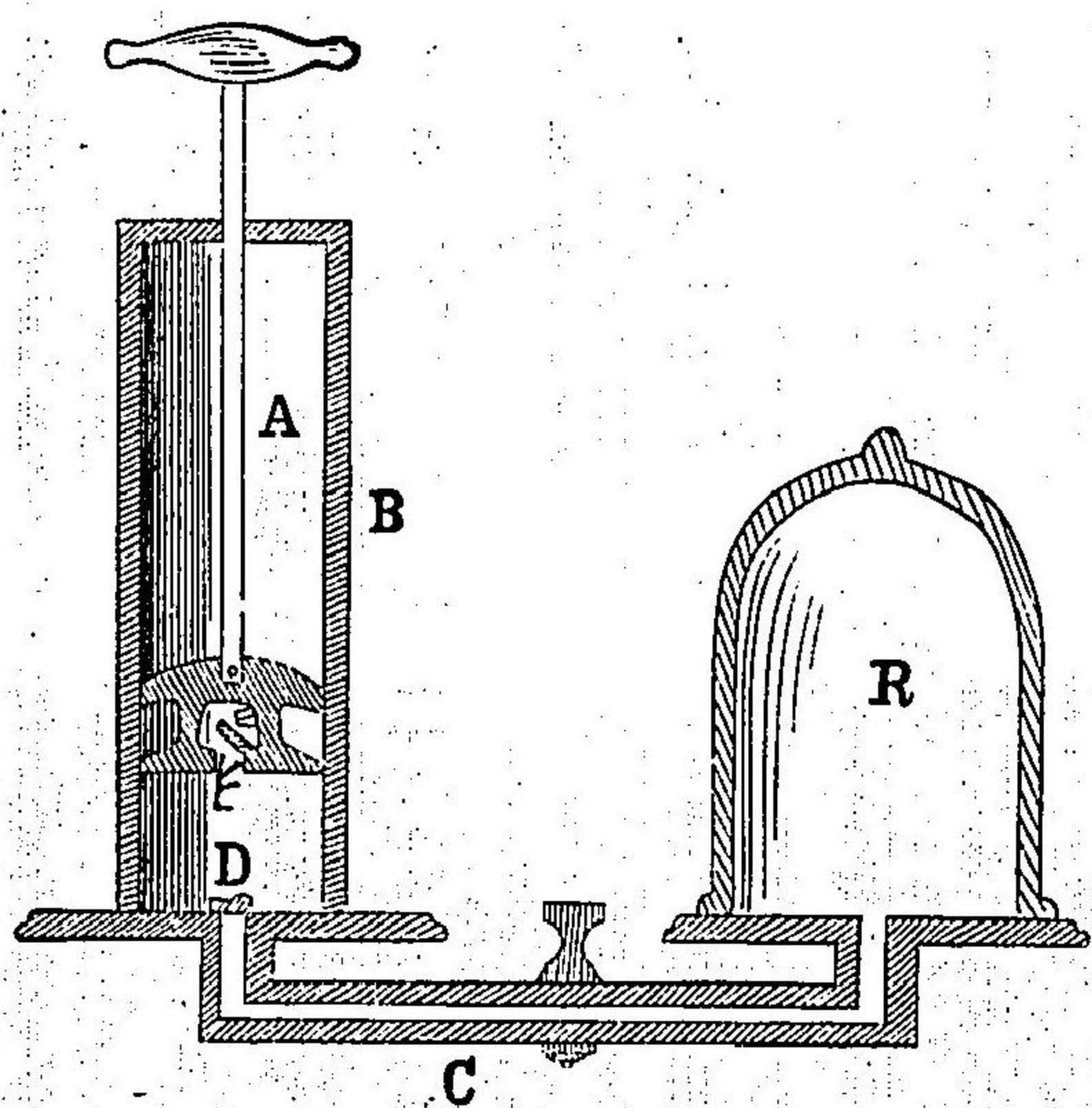


氣の容積は以前の二倍となるを見む  
 容積と壓力との關係はボイル又はマリオットの法則とし  
 て左の如く宣言せらるべし  
 氣體の容積は壓力に反比す  
 氣體の密度は容積の變化と共に變ずるものなり今之れ等の  
 關係を左表に示すべし

壓力	3	2	1	1	2	3
容積	1	2	3	3	2	1
密度	1	1/2	1/3	1/3	1/2	1

二九、排氣機

排氣機は空氣を排除する器械にして第  
 三〇圖に示す如くBは圓筒にて内にピストンAありD、Eは  
 辨にて外方にのみ開くことを得Rはガラス鐘にて其の内の



第三〇圖

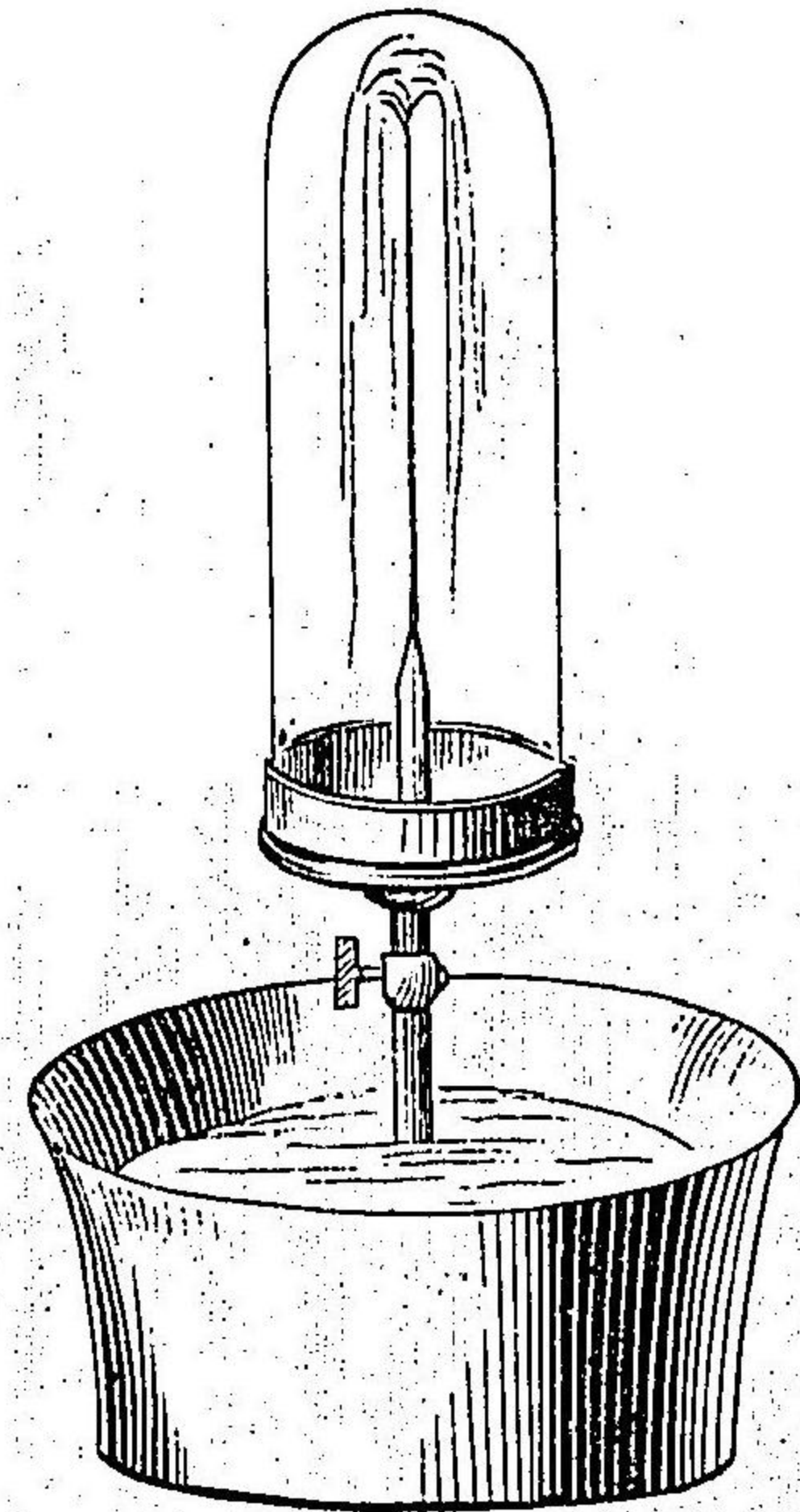
空氣を排除せしむるものとすCは圓筒と鐘とを通ずる管なり  
 今ピストンを下せば圓筒内の空氣は壓せらるゝを以て辨  
 Dは閉ざりて空氣は辨Eを  
 開きて外方に出づべし次に  
 ピストンを上ぐれば鐘内の  
 空氣は辨Dを開きて圓筒内  
 に入りて空虛を充たし辨E  
 は外氣壓力の爲めに閉ざり  
 るべしかくの如く一上下す  
 るに従ひ鐘内の空氣は圓筒  
 内に入り稀薄となるものなり  
 然れどもかくる種類の排氣機にては到底全く空氣を排除



すること能はず何となれば壓力微弱となるに従ひ空氣が辨  
 を押し開らくこと能はざるに至るべければなり  
 排氣機の鐘内及び之れに通ずる管孔の容積の和を一〇とし  
 圓筒内の容積を二とせばピストンの一上下毎に其の密度は  
 もとの密度の十二分の十となりもし十四上下するとき其  
 の密度は始めの密度の  $(\frac{10}{12})^{10}$  となるべし

實驗一 排氣機のピストンを上下して如何に空氣が排除せ  
 らるゝかを試みよ鐘内に鳥を放ちて空氣を排除せば空氣が  
 如何に動物に必要なるかを知らむ

實驗二 第三一圖の噴水器をとり排氣機にて内部の空氣を  
 排除したる後水を入れたる器中に入れて其の口を開くとき  
 は水ハ美觀を呈して烈しく噴水するを見るべし



三〇、ピペット  
 第三二圖はピペットに  
 一 三 て液體の任意量を一器  
 一 より他器に移すに用わ  
 二 るものなり之れを用わ  
 三 るには其の下端を液中

に挿入し上端の口を吸ふときは液は其の中に進入し中央の

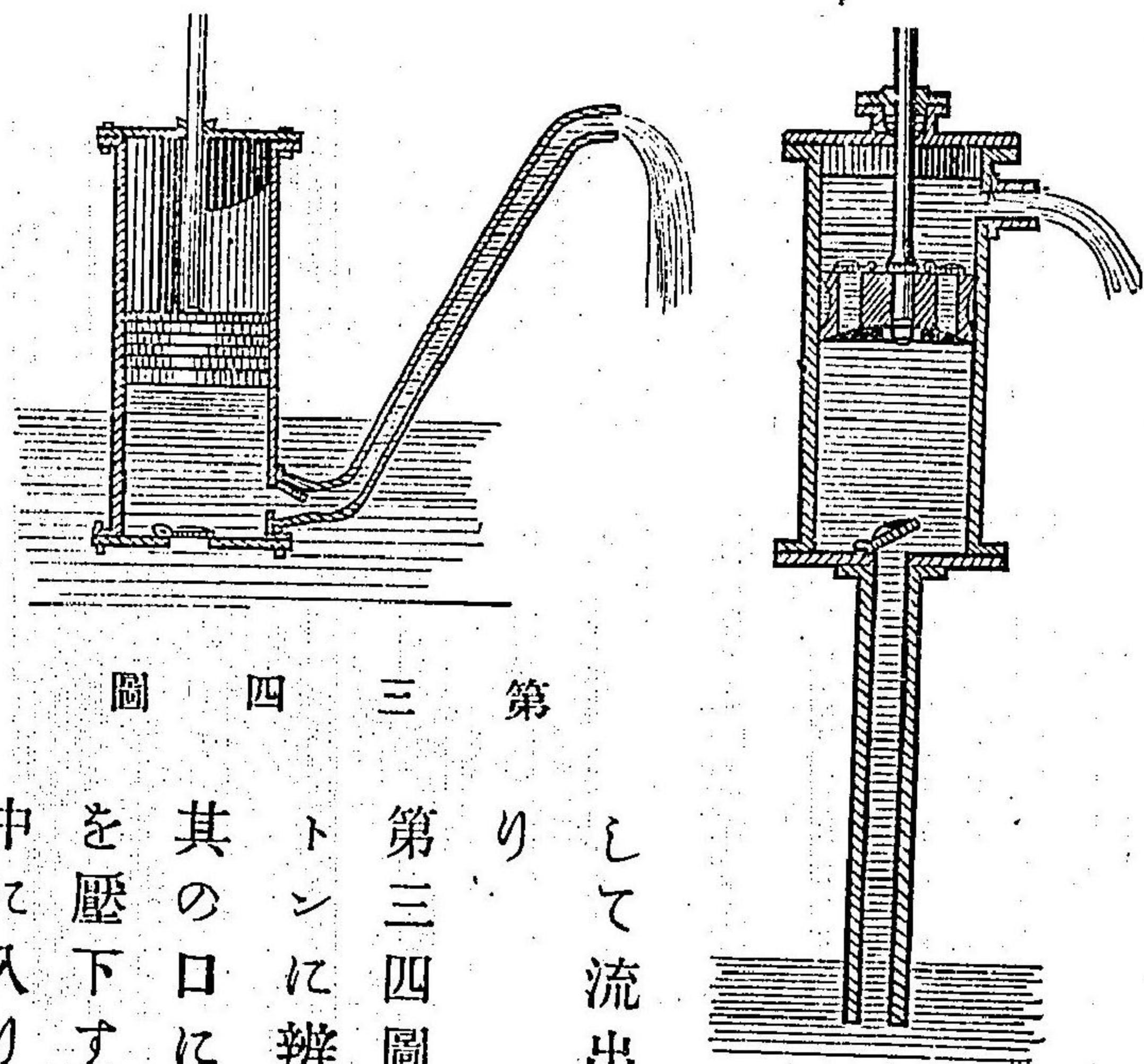


第三三圖  
 一 二 三 其の口を抑へ之れを引き上げて他

に移し指を去るときは液は流出すべし

三一、ポンプ ポンプは水を高く揚ぐるに用ひる器械  
 にして其の種類數種あり吸上ポンプは第三三圖に示せるも





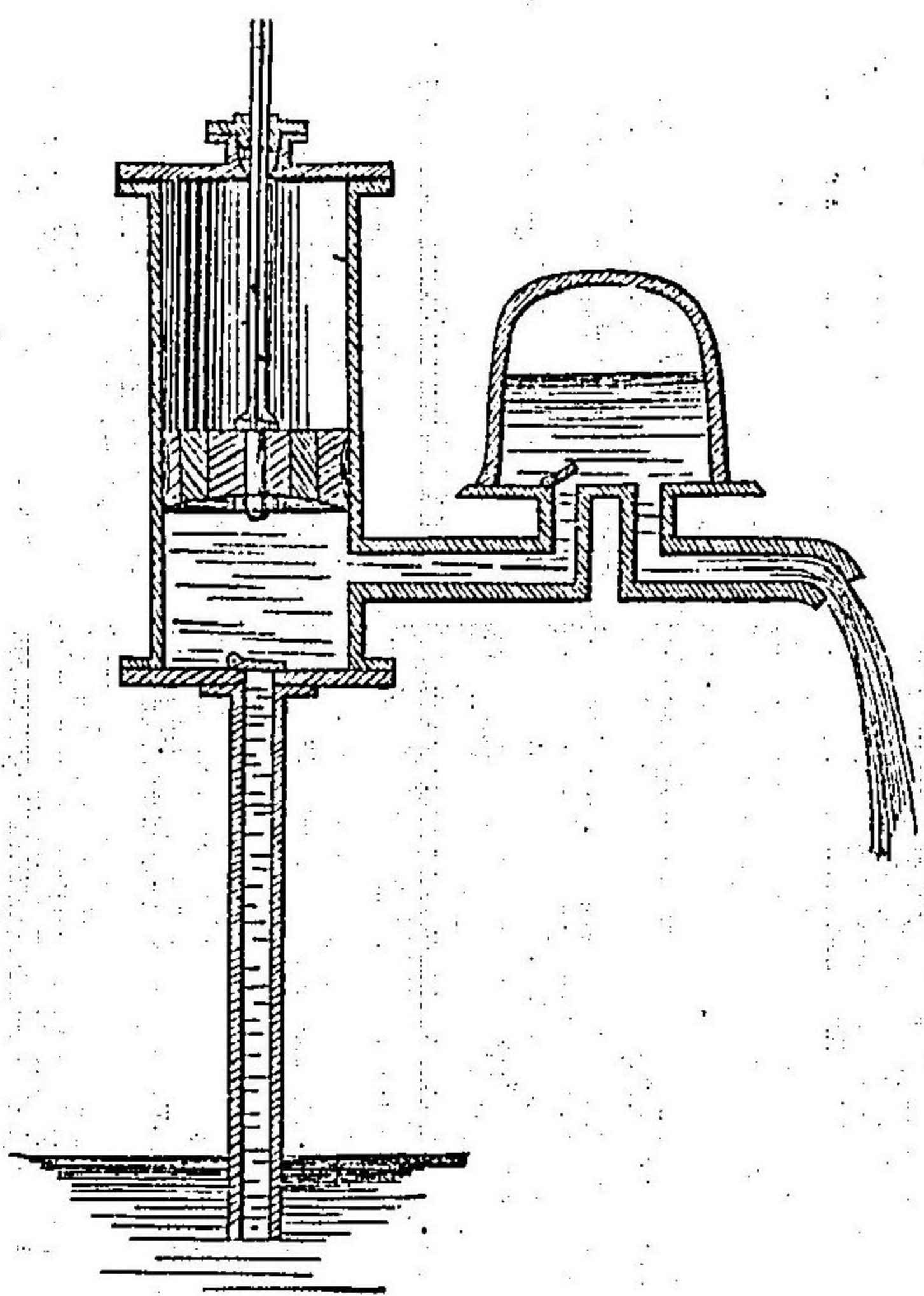
第三四圖

第三四圖ハ壓上ポンプにしてピストンに辨なく圓筒の側方に管あり其の口に辨を具ふ而してピストンを壓下すれば水は辨をひらきて管中に入り噴出するものなり

第三三圖

のにてポンプの下端の口を水中に入れピストンを上下すれば排氣機と殆ど同一の作用により水は上昇して流出口より流れ出づるものなり

以上二種のポンプは水の流出間斷あるを以て消火用に供するに足らず水を連續流出せしむるは空氣の壓力を利用するを要す例へば第三五

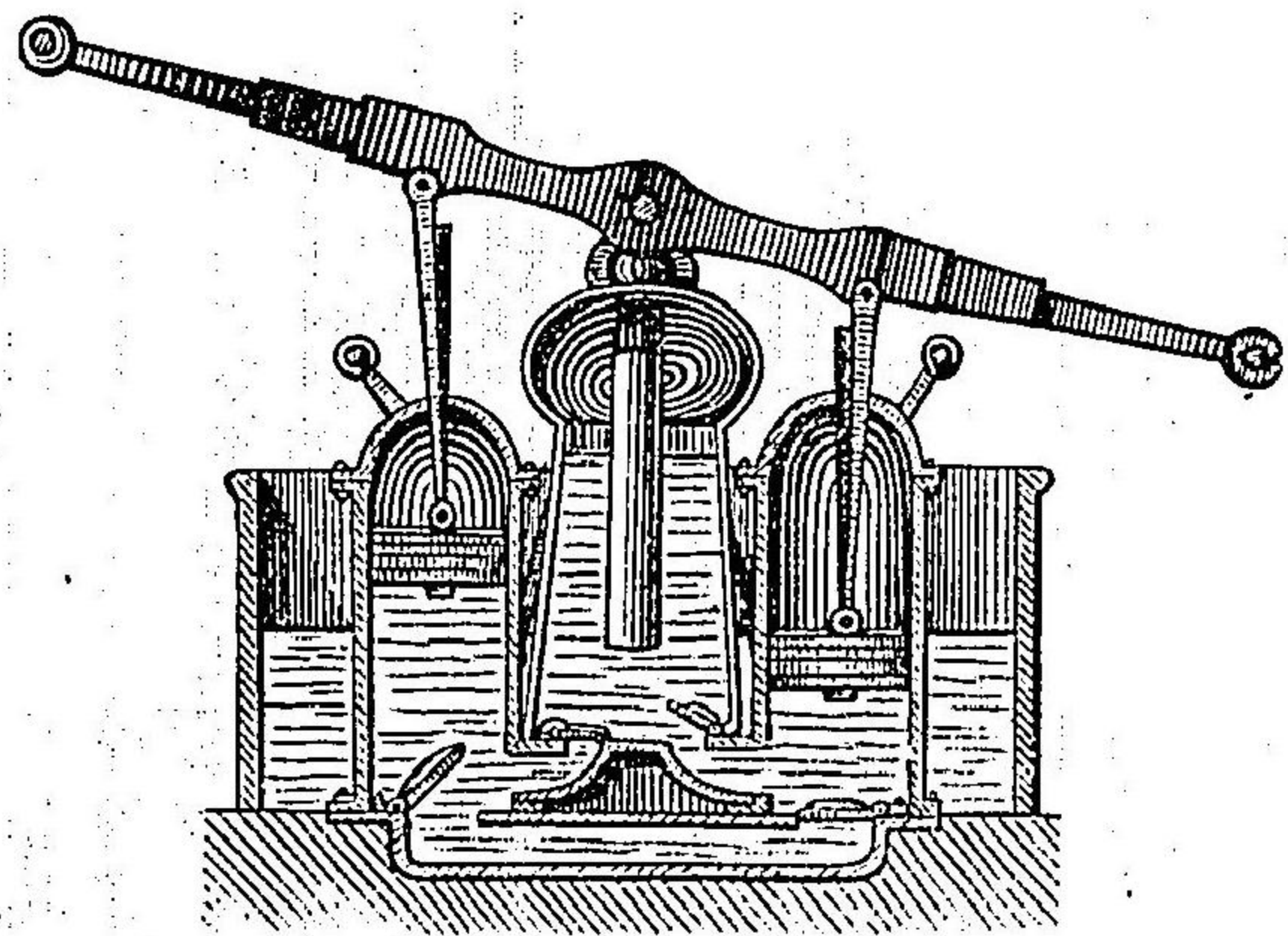


第三五圖

圖の如く水を空氣室に壓入し其の容積を縮小せしむれば空氣の膨脹せんとする壓力によりて水ハ絶えず流出すべし

第三六圖はピストンを左右に具へたるポンプにして中央に空氣室を具へ水は兩測より交互に空氣室に壓入せしめらる消火用として實際使





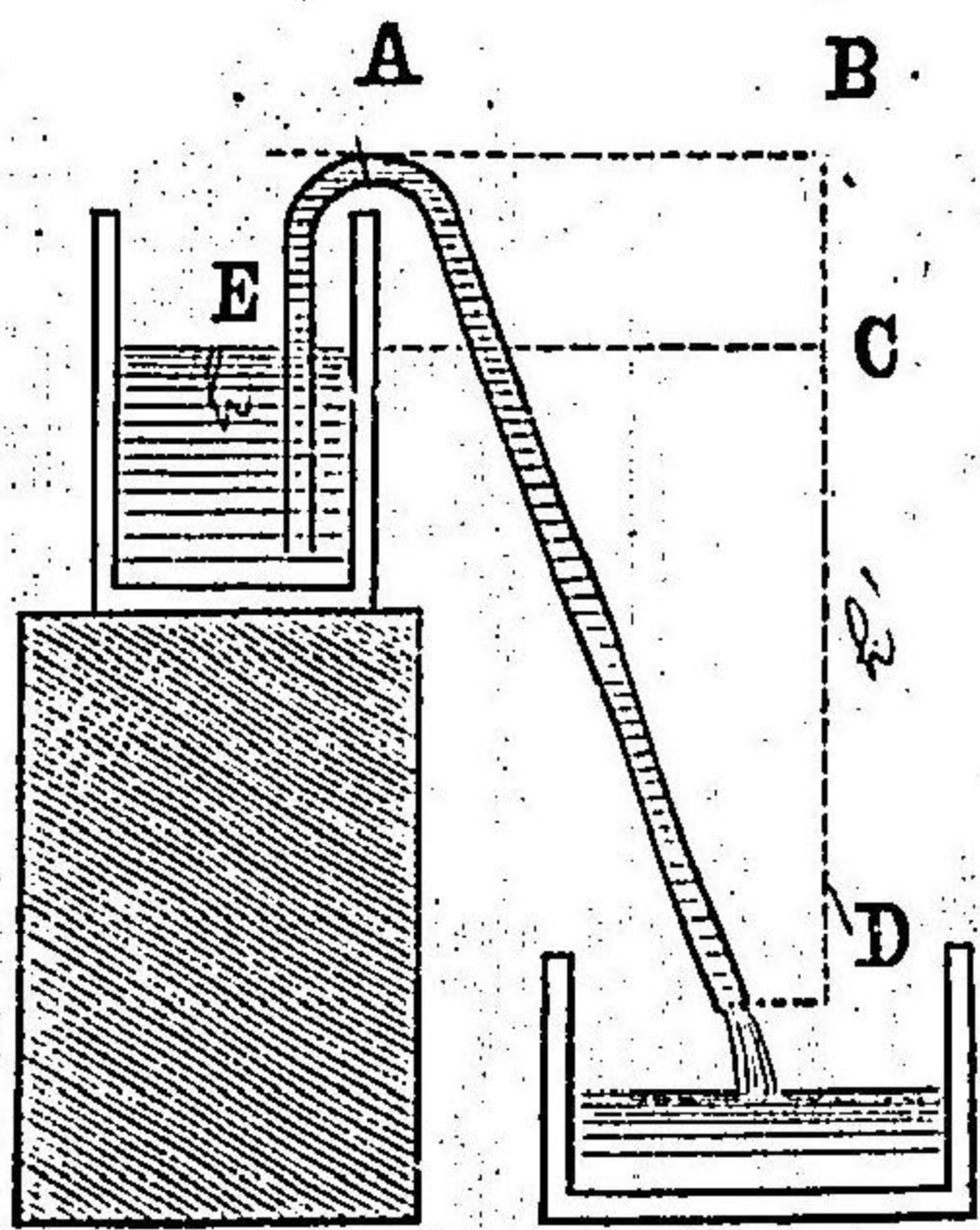
第三七三圖

一端を液中に入れたる後他端を吸ふときは液は流出し管孔の液面を離るゝに至るまで流出止まざるべし

用せらるゝものは之の種のポンプなり

三二、サイホン

サイホンは液體を一器より他器に移すに用ひる器械にて第三七圖に示す如く曲りたる長短二枝を有する管なり而して短き管の一端を移さんとする液の中に入れ長き方の一端を受けんとする器に入れ豫じめ管中に液を充たすか又は

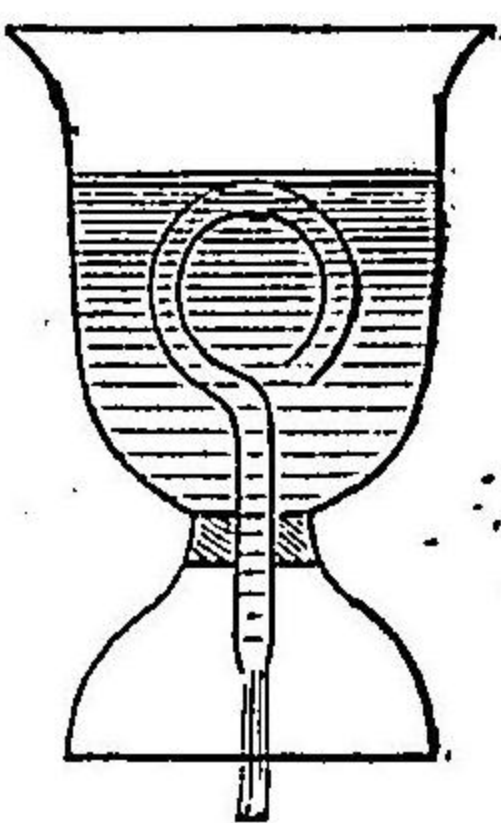


第三七三圖

の壓力よりDBの液柱の壓力を減じたるものなるべし而して前者は後者より大なるが故に液は一方より壓せられて流出すべきなり

實驗一、ゴム管を以てサイホンの形となし水を流出せしめよ而して長き方の一端を徐々に上げて液の表面と同高ならしむれば液の流出止まるを見るべし





第三八圖

實驗二 タンタラスコップと名づくる

圖の如きものをとり水を其の杯中に入れば水が杯中の曲管の頂點を覆ふに至るまでは流出せざるも一旦流出を始む

れば管口の液面を離るとまでは流出止まざるなり

設問四

- 一、氣壓七百六十ミリメートルのとき百リートルの空氣は七百三十ミリメートルのとき幾何の容積を占むるか
- 二、氣壓七百六十ミリメートルのとき空氣の密度は一リートル一二九三二グラムとす七百二十ミリメートルのとき空氣の密度如何
- 三、吸上ポンプにて水面より圓筒の辨までの高さ制限ありや
- 四、吸上ポンプより水の流出するはピストンを上下する何れの時にあるか
- 五、排氣機を使用するときピンツケ油を塗ることあり之の油を清淨に拭ひ

- 取る法如何 答石油をつけて拭ふを可とす
- 六、鐘内の容積を一〇とし圓筒の容積を一とせば五回ピストンを上下すれば其の密度はもとの密度の幾分となるか
- 七、サイホン管内の液は幾何の壓力を以て流出するか

Handwritten notes in Japanese, including the characters '取法' (method of taking) and '答' (answer).

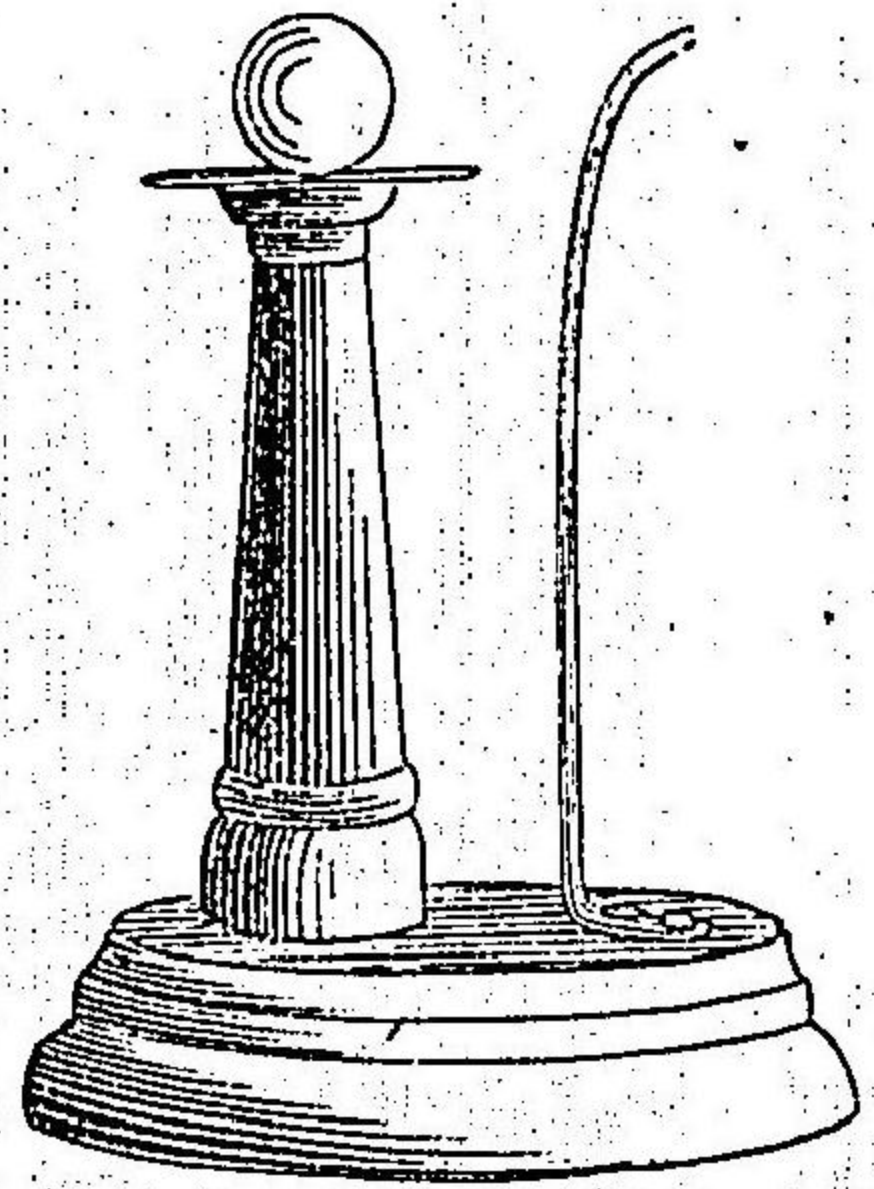


### 第二編 力

#### 第一章 運動及び力

三三、運動 物體が甲より乙に位置を變ずるときは物體は運動せりといひ之れに反して位置を變ぜざるときは静止せりといふ

三四、速度 運動には遅速あり遅速の度を知らんとせば一定時間に經過せる路程を知ること必要なり而して單位時間に經過したる路程を速度といふ凡そ運動には等速運動と不等速運動とあり甲は或る時間内に經過したる路程を時間の數にて除すれば速度を得べく乙は路程を時間數にて除すれば其の時間内に於ける平均の速度を得べきなり



第三九圖

實驗一 第三九圖の如く小板上に小球をのせ撥條にて劇しく小板の一端を打ち板を飛ばすときは小球は臺の上に殘留すべしかの疾走せる車が急に車を止むる

#### 三五、運動の第一法則

物體の靜止せるときは他より力を加へて動かすにあらざれば永久靜止するものなり又現に運動しつつある物體は他より妨礙を受くるにあらざれば常に同方向に同一の速度を以て運動を持續するものなり實驗一 廣口瓶の口に厚紙をのせ上に銅貨をのせて急に厚紙を引くときは銅貨は厚紙に伴ふ能はずして瓶内に落つべし



ときは乗者は爲めに前方に倒るゝが如き或は瀛車にのりたるものが瀛車の進行を始むるとき後方に倒れんとする傾きあるが如き之れ等の類例甚だ多し之れ物體は動靜に論なく在來の状態を保持せんとするによりて然るなり更に之の法則を約言すれば左の如し

物體は他より妨碍を受くるにあらざれば常に靜止するか然らざれば永久同一の速度を以て同方向に運動するものなり

之れを、ニュートンの運動の第一法則といひ又惰性の法則ともいふ

**三六 力** 手にて物體を押せば物體は運動を始むべく又既に運動せる物體ならば物體は其の速度を増減すべし

く物體の運動の状態を變更せしむる原因を力といふ  
**實驗一** ガラス棒をとり之れを乾したる後絹布又は猫皮にて摩擦しガラス棒を木心又は羽毛の如き輕體に近づければ之れ等の物體は恰も活物の如く吸引せらる然れども一旦吸着したる後は再び拒斥せらるべし  
**實驗二** 手にて高く物體を支持し之れを放たば物體は下に向つて落つべし之れ物體は地球の引力によりて運動したるなり  
物體の運動の方向は力の働く方向に於てするものなり而して力を物體に加ふれば運動を生ずるものなれども他の力と共に物體に働く場合には釣合ひて運動を生ぜざることあり掌上に物體を置かば其の重さを感じずべく力を以て掌上を壓



五六  
 すれば又同様の感あるべし之れ物體の重量は地球の引力に外ならざればなり故に力の大きさは之れを物體の重量と比較して測ることを得べく従つて力の單位は重量の單位を以てするを得べし重量の單位は本邦にては一貫目を以てしメートル制にてはキログラム又はグラムを以てし英國にてはポンドを以てす

三七、運動量 運動せる物體の質量に速度を乗じたるものを其の物體の運動量といふ例へば質量一キログラムの物體が一メートルの速度を有するときの運動量を一とし今こゝに十メートルの速度を有したる五キログラムの物體ありとせんに其の運動量は即ち五十なるが如し

三八、運動の第二法則 静止せる物體は質量如何に

大なるも速度零なるが故に運動量は零なり又運動せる物體が力の働きを受けざるときは同一の速度を保ち従つて其の運動量は一定して増減することなきなり然れども力が静止せる物體に働くときは速度を生ぜしめ従つて若干の運動量を生ぜしむべく又既に運動せる物體に働くときは其の力の方向により速度の増減を來たし運動量に變化を生ぜしむべしかくの如く運動量の増減は力の働くによりて生ずるものなれば其の力の大小は運動量變更の大小によりて測ることを得べきなり運動の第二法則にいへり

運動量の變化は之れに働く力の大小に比例し運動の方向は力の働く方向に従ふものなり

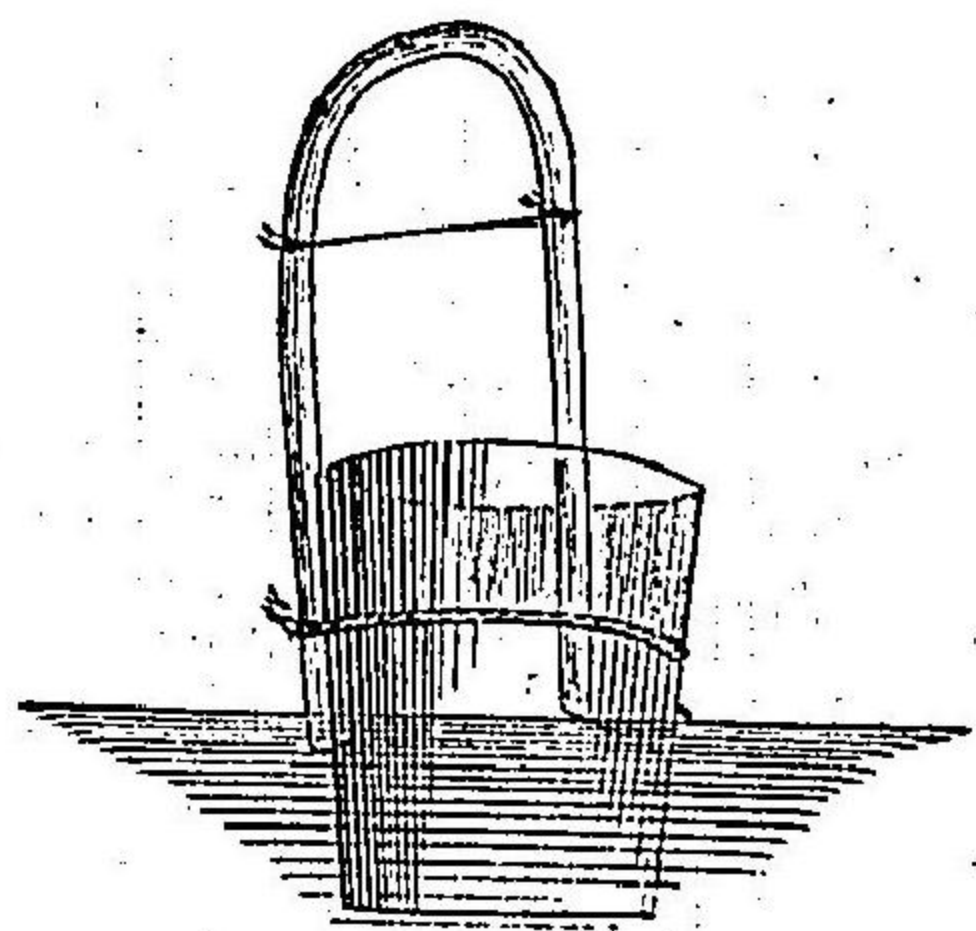
凡る力の作用は物體の運動に關せず常に同一の結果を呈す



るものにて例へば靜止せる物體に働きて一秒一メートルの速度を與へたりとせば毎秒二メートルの速度を有する等質量の物體に同方向に働くときは一秒三メートルの速度を生ぜしむるが如し又力の作用は他の數力と共に同一の物體に働く場合にも單獨に働くときは毫も差異なきなり例へば高所より物體を墜落せしめ一秒時にして床上に到ると假定せば之れを水平に投射するも床上に落下し來るは當に同時間なるが如し

三九、運動の第三法則 石を投射せば手は抵抗を覺ゆべく己の身體を躍らさんとせば足は地面を蹴るべく又船をやらんとせば艦を以て水を反對の方向に動かすが如き總べて物體を運動せしめんとせば必ず之れと同時に反對の運

動を伴ふものなるを知るべし之れを反動といふ



實驗 コップの外側に竹片の一端を結び附け他端を繞めてコップの内に入れ  
四 圖の如く糸にて縛り水を入れたる他の器内に浮かべ靜止するを待ちて糸を焼かば竹片はコップの内側を劇しく弾くべきもコップは動搖することなかるべきなり

かの銃丸を發射するに當り肩に反動を覺ゆるが如き又は鳥の空中を飛翔するに翼を以て空氣を打撃し以て己の身體を運動せしむるが如き其の例枚舉に違あらず運動の第三法則にいへり



原動あれば必ず反動あり其の方向は反對にして運動量相等し

六〇

### 四〇、力の組立及び分解

二力が同時に一物體に働

くときは各力は第二法則により單獨に働きたると同じく作用するが故に物體は二力を組み立てて得たる合力によりて運動すべし例へば第四一圖

に示す如く一力は物體をACの方向に他力は

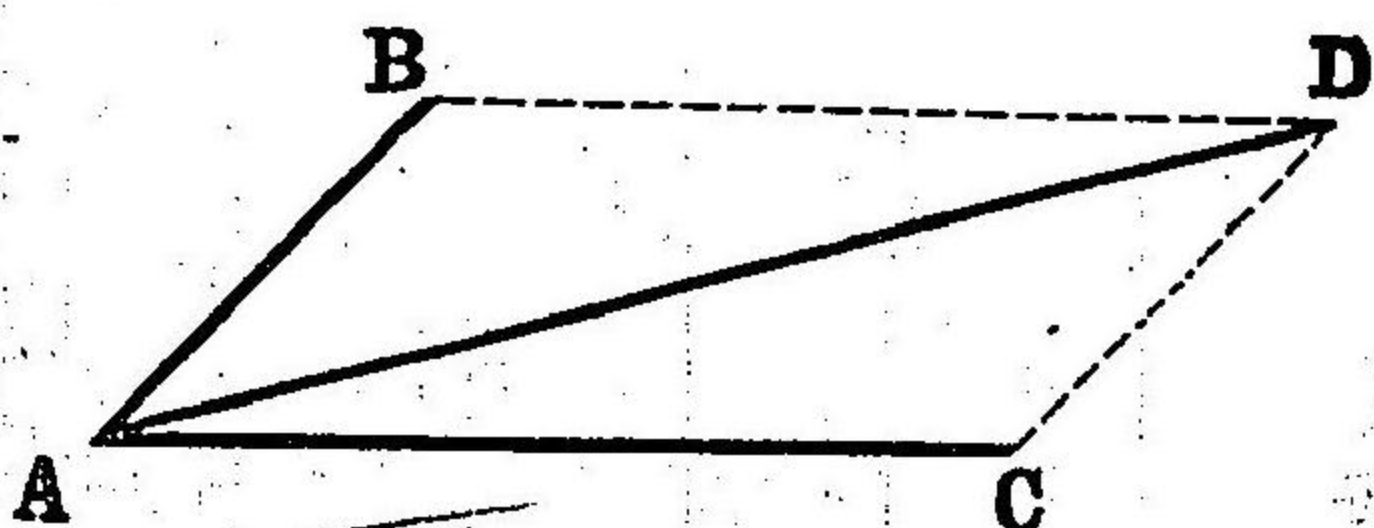
ABの方向に運動せしめんとし一秒の終りに

一方はAよりCに他力はAよりBに物體を

動かすものなるときは其の合運動は兩者の

要件を充たすに足るべき點に至るべく即ち

平行方形の對角線ADの方向をとりDに達す



第四一圖

A B、A C 二力より一物體を動かすものなるときは其の合運動は兩者の要件を充たすに足るべき點に至るべく即ち平行方形の對角線ADの方向をとりDに達す

るが如し其の他二力のみに限らず數力同時に同一物體に働く場合にも應用せらるべく之の場合に合力を求むるには任意二力の合力を求め更に他の一力と組み合はせて合力を求め斯くて最後に得たる合力は即ち數力の合力と知るべし斯く力は合して一力となすを得べきが故に逆に一力を二力に分解するを得べし例へば第四一圖の力ADはAC及びAB二力の合力なればADなる一力を分解してAB及びAC二力となすが如し

### 設問五

- 一、運動の第一法則の例を挙げよ
- 二、同上第二法則の例を挙げよ
- 三、同上第三法則の例を挙げよ

第二編 力 第一章 運動及び力



四、二力互に釣合ふ要件如何  
五、數力の働くとき釣合ふ要件を述べよ

### 第二章 重力

#### 四一、重力

凡そ物體と物體との間には相互に牽引する力あり獨り地球上の物體間のみに限らず遠く天體と天體との間にも存するものなり之の引力を名づけて宇宙引力といふニユートン氏は宇宙引力の法則として左の如く宣言せり

二物體間の引力は質量の相乗積に正比例し距離の平方に反比例す

地球の表面にては物體は皆地球に牽引せらるるものなれば

物體の墜落するは皆之の力の作用によるなりかく地球上の物體が地球に牽引せらるる引力を重力といふ物體の重量は之れに働く重力に外ならざるなり  
重力は地球の表面上各所同一ならず赤道地方は其の力最も小に高緯度に進むに従ひ次第に増大するものなり故に等質量の物體も所によりて重量を異にすべきは固より然るべきなり

#### 四二、物體の落下

物體墜落するときもし空氣の抵抗なくば其の質量の多少に論なく同速度にて落下することは左の試験に徴すべし

實驗 第四二圖の如く兩端閉塞せる長さガラス管中に羽毛及び金屬片を入れ排氣機にて空氣を排除し急に之れを轉倒





第四二圖  
せば羽毛及  
び金屬片は  
何れも同時

六四

に墜落すべし而して再び空氣を入れて轉倒せば羽毛は著しく金屬片より遅れて落下すべし  
重力は物體の質量に比例したる力を以て物體に働くものなるが故に物體の單位の質量に働く力は何れの物體にも同一なるべく従つて物體は質量の多少に關せず同時に落下すべし理なり

四三、落體の法則 物體が高所より墜落するに始めは其の速度極めて小なるも次第に増加し來るものなり之れ地球の重力が斷えず物體に働くが故なり而して其の増加の度

は重力の強弱によりて差異あること勿論なれども凡そ一秒九・八メートルとして大差なかるべし精密なる測定によれば赤道直下にて八九・七八一〇メートル極にては九・八三一メートル緯度四十五度にて八九・八〇六一メートルなりといふ故に物體が高所より墜落するときの速度は第一秒の終りに九・八メートル第二秒の終りに九・八メートルの二倍第三秒の終りに九・八メートルの三倍となるなり落下の速度を計算せんとせば左の法則によるべし

落體の速度は九・八メートルに時の秒數を乗じたるものなり

某秒時間に經過したる路程は其の間の平均の速度に秒數を乗じたるものならざるべからず故に第一秒間に經過したる

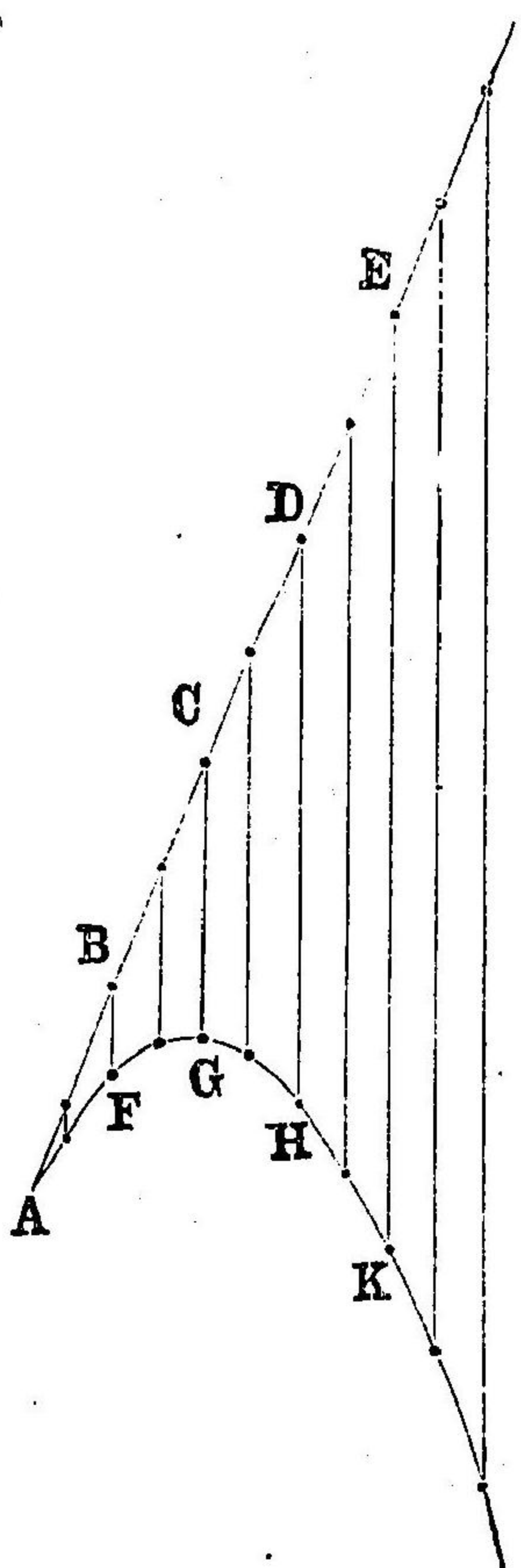


路程は四・九メートル二秒間には四・九メートルの四倍三秒間には四・九メートルの九倍となるなり即ち落下の距離は左の法則によりて計算せらるべし

落體の經過したる路程は四・九メートルに時の秒數の平方を乗じたるものなり

物體を上方垂直に投射すれば物體は次第に速度を減じ終に靜止するに至る而して其の減少の量は落下の時と同じく一秒九・八メートルなるが故に一旦靜止したる瞬間より落下して再び原位置に復したるときは速度は當に投射の速度に等しかるべし

四四、彈道 物體を高所より水平に投射すれば物體は斜に曲線を畫きて落下すべし又斜に上方に投射するも同じ



第四三圖

く一種の曲線を劃すべし例へば第四三圖の如

くAより物體をAEの方向に投射したりとせんも其のとき投射の速度のみなれば一秒の後物體はB點に達すべけれど同時に重力の作用により一秒の終りに四・九メートルを落下すべきにより其の距離をBFとす運動の第二法則に基づき物體はAよりFに到るべきなり又二秒時の終りに物體は投射の速度によりAよりCに行くべきを同じく重力の作用にて四・九メートルの四倍即ちCGを落下すべきにより物體はG

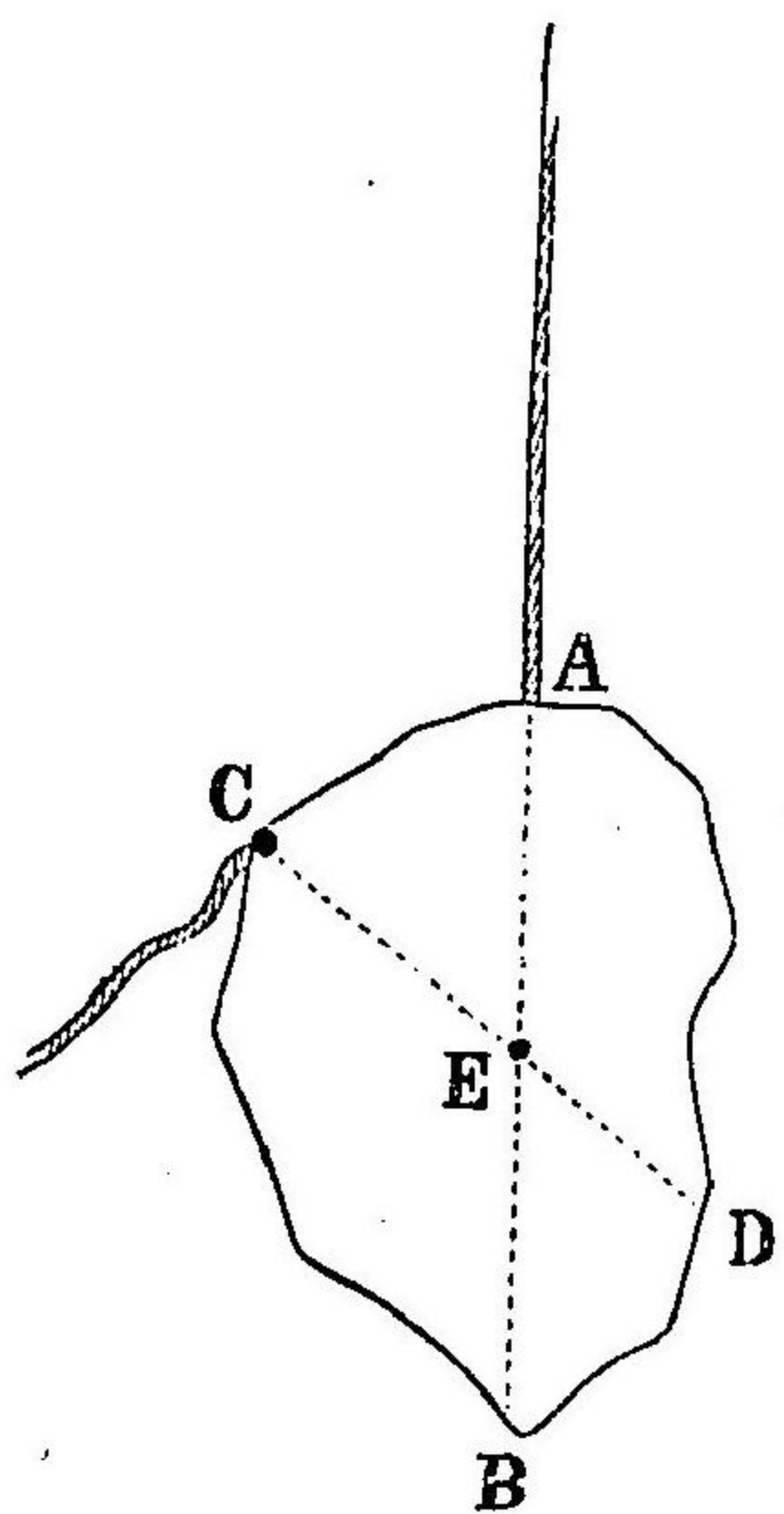


點に達すべきなり斯くて物體は圖の如き曲線を描くものなり

### 第三章 重心及び振子

**四五、重心** 鉛筆の中央を指にて支ふれば鉛筆は何れにも傾くことなく釣合を保つべし其の他種々の物體をとりて試みば皆よく釣合を保つべき一點あらんかく物體の釣合を保つ點を重心といふ物體の重量は物體の各部に働く重力の合力なるが故に之れを支へて釣合を得べき點即ち重心は物體に働く重力の合力が働くべき點と見做すべきなり

**實驗** 扁平なる板の重心を求めんには第四四圖の如く板の周圍任意の二點に糸をつなぎ先づ一方の糸の端をとりて吊



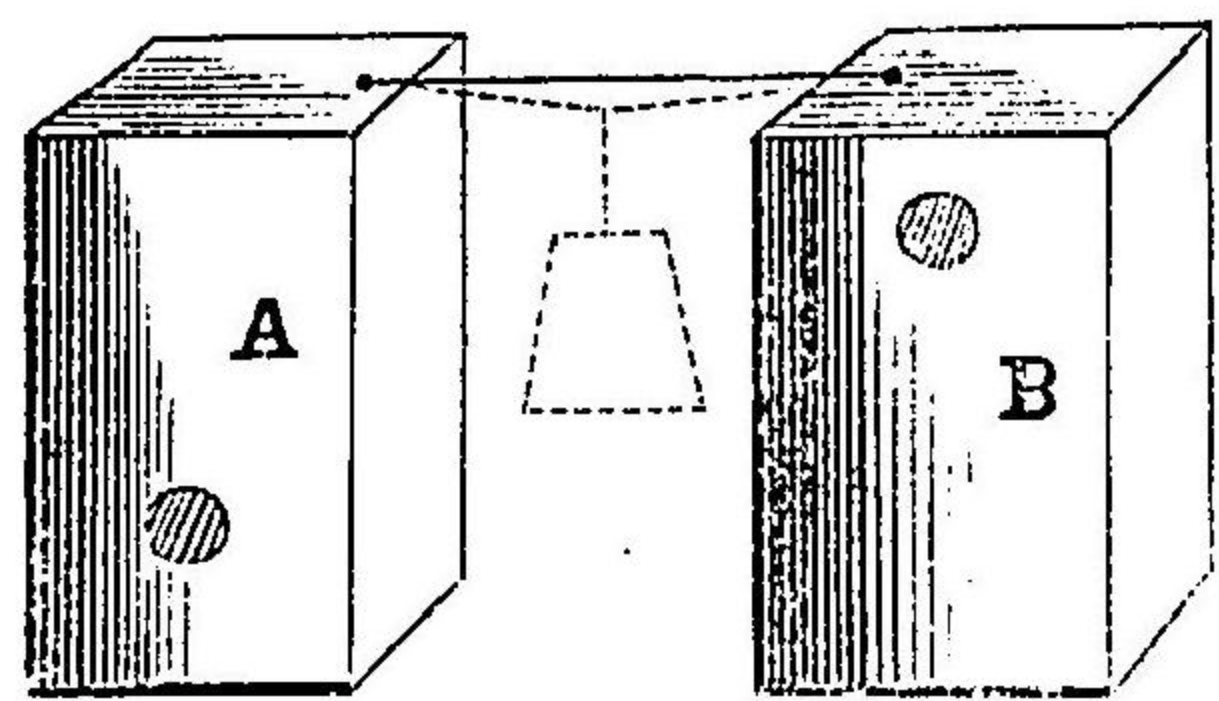
第四四圖

るし垂下したる糸の延長線ABを板面に書き次に他の糸にて同様に試み線CDを板面に畫けば交點Eは物體の重心なり

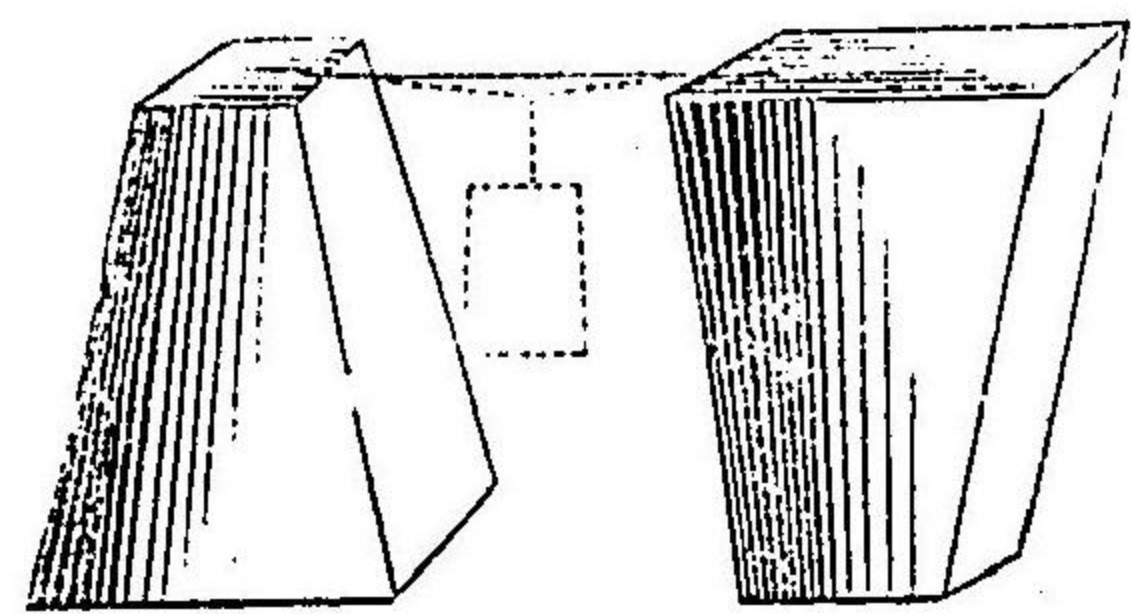
**四六、釣合の種類** 物體が支へられて釣合を保てるとき其の状態によりて三種に區別するを得第一は物體の倒れ難きものにて之れを安定の釣合といひ又坐りよき釣合ともいふ第二は物體の倒れ易きものにて之れを不安定の釣合又坐り悪しき釣合ともいふ物體が安定の釣合を得るには(甲)物體の重心をなるべく低下すること肝要なり例へば長方形を縦に置くよりも横に置けば重心の位置低下するが故に坐りよ



又長方柱の木片の一端に孔を穿ち之れに鉛を入れ第四五  
圖の如く二個を並列せしめ其の間に針金をわたし之れに重



第四五圖

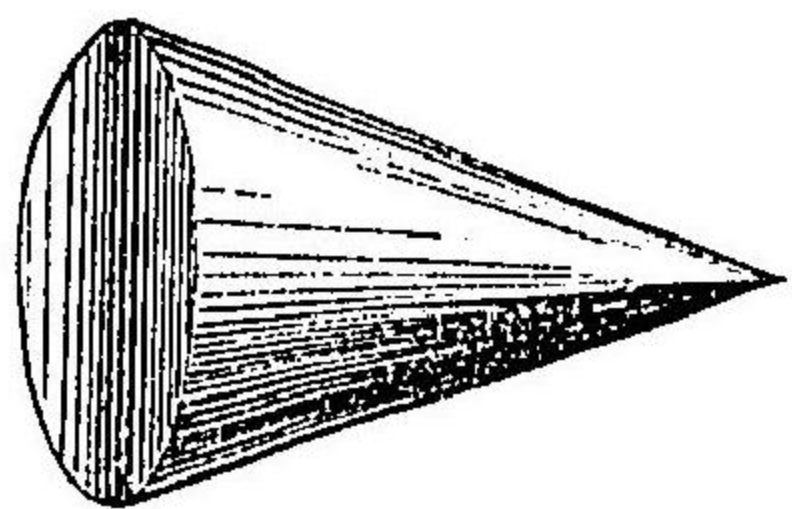
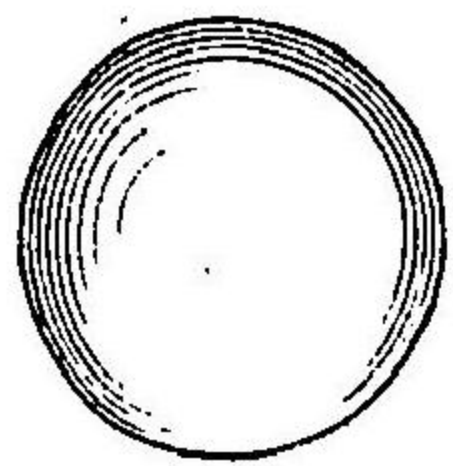


第四六圖

によりて作りたるものなれば如何に之れを動かすも倒るゝ  
ことなきなり又(乙)基底の面積大なる物體は安定なる釣合を  
得るものなり例へば第四六の如く底面の廣きものと狭き

七〇

ものどを列べ其の間に重錘を吊るすときは底面の廣きもの  
は依然たるに狭き物體は倒るゝを見るべし故に釣合を安定  
ならしめんとせば基底面をなるべく廣くすること肝要なり



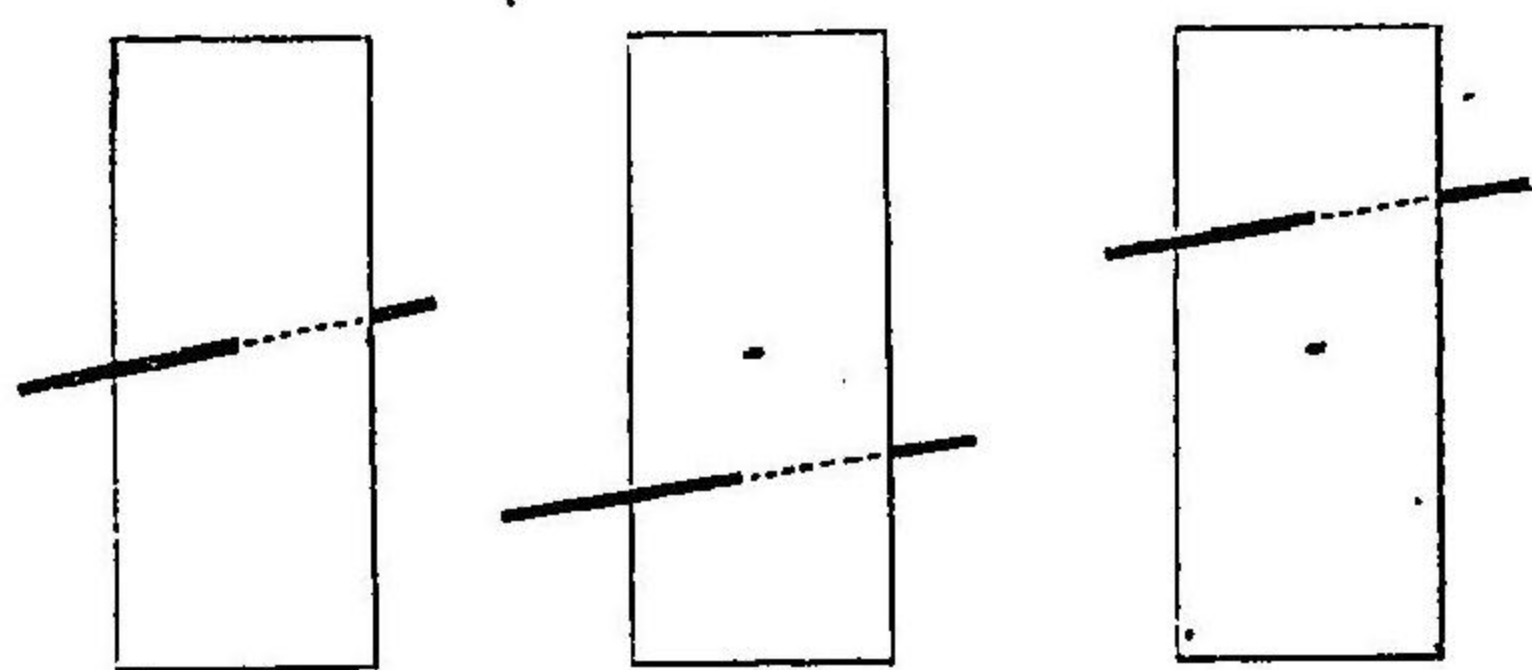
第四七圖

第三は隨所平均又は中立の釣合と  
稱するものにて物體は之れを動か  
すに従ひ隨所に釣合ひを保つもの  
なり例へば第四七圖の球及び圓錐  
は如何様に之れを動かすも置く所

に従ひて釣合を保つが如し

物體を支ふるに一の點を以てするときも尙支點の位置に従  
ひ三種の釣合を生ず即ち(一)隨所に釣合を得べきは重心と支  
點と相一致せしとき次ぎに(二)安定の釣合を得べきは重心よ





第四八圖

り高き點を支へしとき然るに(三)支點を重心の下方に置きしときは其の釣合不安定となり僅かに之れに觸るゝも忽ち倒るゝものなり

### 四七、振子 糸の一端に錘をつけ之

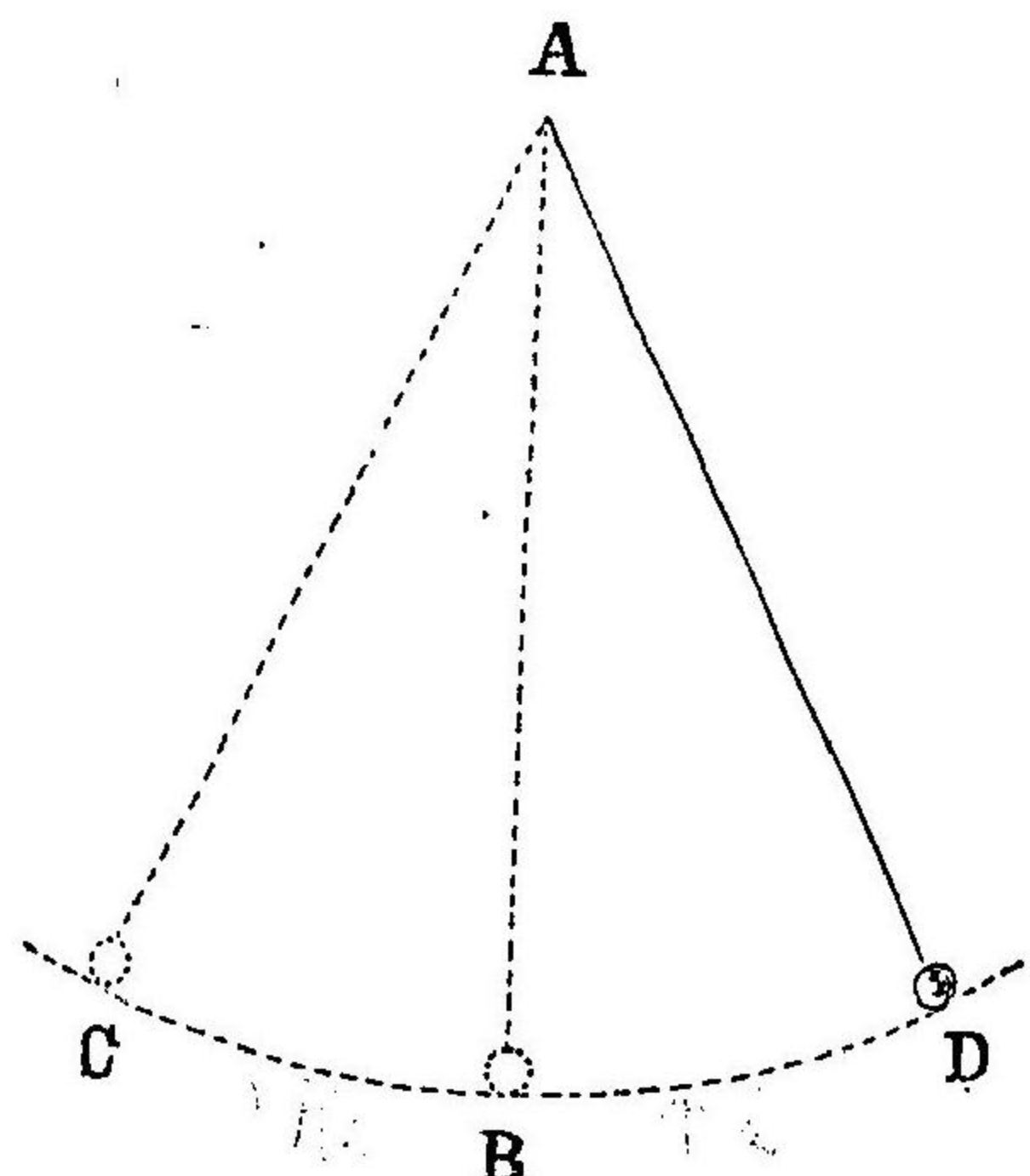
れを吊すとき

は糸は垂直の

方向をとりて

静止すべし之

れを振子といふ第四九圖に示す如く振子の錘をCに上げて放つときは錘は落下して若干の速度



第四九圖

を得し爲め元位置Bに止まること能はず反對の方向に上りCと同高なるDに至りて一瞬間静止し再び落下してCに復歸し反覆同様の運動を繼續するものなり  
斯くの如き運動を振動といひCよりDに至る運動を一振動といふ而して一振動に要する時間を振動の時間といひCよりBに至る圓弧を振幅といふ  
振子は振幅の大きさ大ならざる限りは振動時間は振幅の大小に關係なく一定せるものなり之のことは振子の重要な性質にて振子の等時性といふ  
振子の振動時間は振子の長さの平方根に比例するものなるは左の試験に徴すべし  
實驗 糸の長さ二尺のものと五寸のものとをとり振動せし



めて振動時間を測れば前者は後者の二倍なるを見るべし  
振動時間は又重力の強さによりて異なり重力強ければ小となり高緯度に進むまゝに次第に減少するものなり

設問六

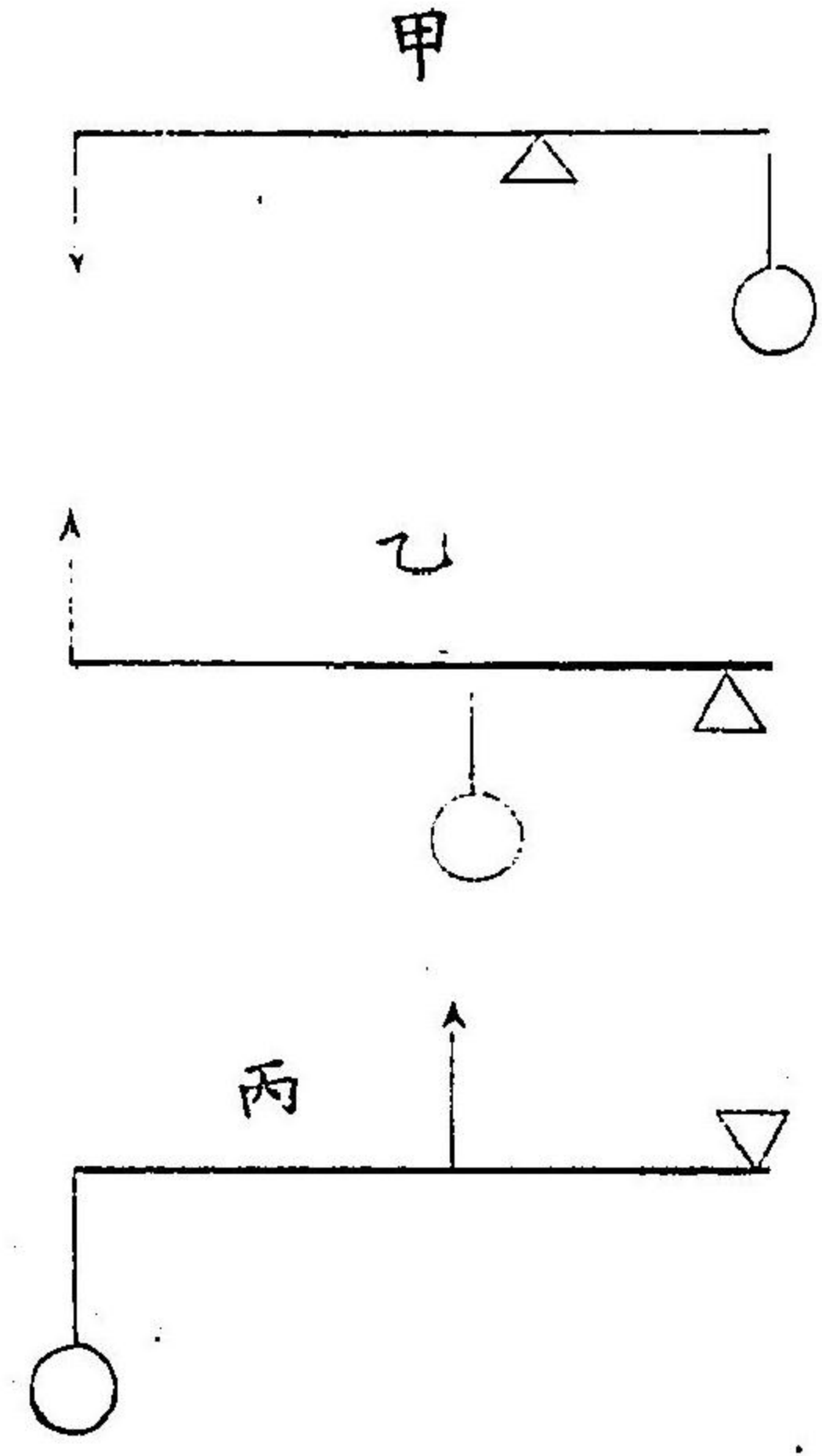
- 一 目方十五匁の物體の質量は目方一匁の物體の質量の何倍に當るか
- 二 鉛二十匁と綿二十匁とは質量に差異ありや
- 三 高所より落下し八秒の終りに於ける速度幾何
- 四 同上の問題にて落下の路程如何
- 五 人が起立したるとき人體の重心の位置如何
- 六 一の手に重物を提ぐるとき體を反對の方に傾くる理如何
- 七 坂を上下するとき身體の姿勢と重心との關係如何
- 八 錐の尖端にコルクをのせるときは其の釣合不安定なれども若しコルクの側方に二體の小刀をさして斜に垂下すれば安定なる釣合を得るは何

九 振子を時計に用ゐるは何故なるか  
故なるか

第四章 器械

四八、挺子 挺子とは撓まざる丈夫の棒にして三の要

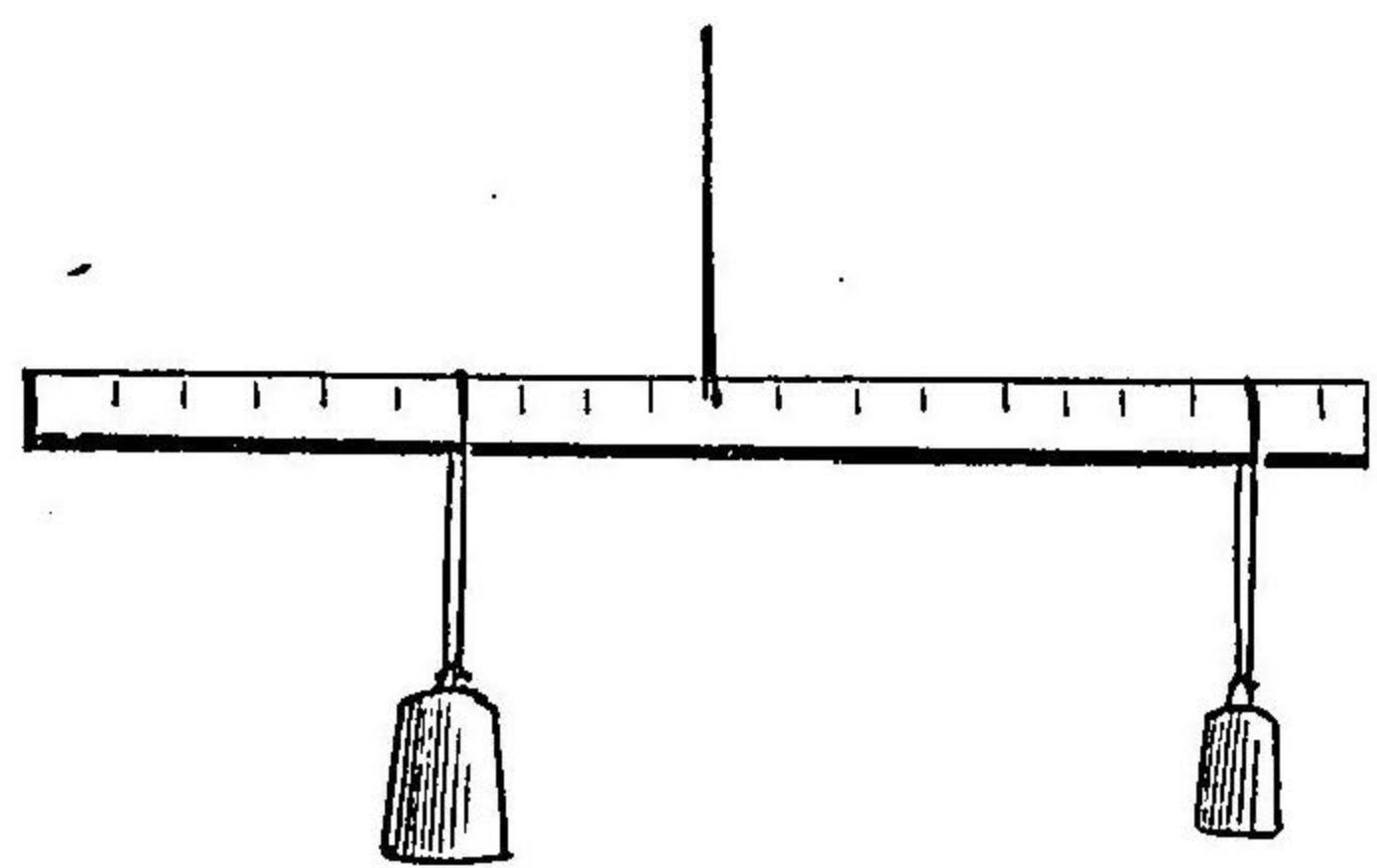
點あり一は重體の働く點にて之れを重點といひ一は支持せ



らるゝ點にて之れを支  
 點といひ一は力の働く  
 五 點にて之れを力點とい  
 〇 挺子は三點の位置に  
 より三種に分つを得べ  
 し第五〇圖甲の如く支



點が重點力點の中間に位するものを第一種の挺子といひ乙の如く重點が他の二點の中間に位するものを第二種の挺子といひ丙の如く力點が他の二點の中間にあるものを第三種の挺子といふ挺子の力と重量との關係は左の裝置につきて



第五圖

實驗すること必要なり  
實驗 第五圖の如く尺度を刻せる棒の中央即ち重心より少しく直上に位せる點に糸を通して垂下し錘を支點より若干の距離にかけ更に他の錘を他端適當の位置にかくるときは兩者互に釣合を保つを見るべしもし之の時前者の錘が後者の錘に二倍せるときは後者の錘

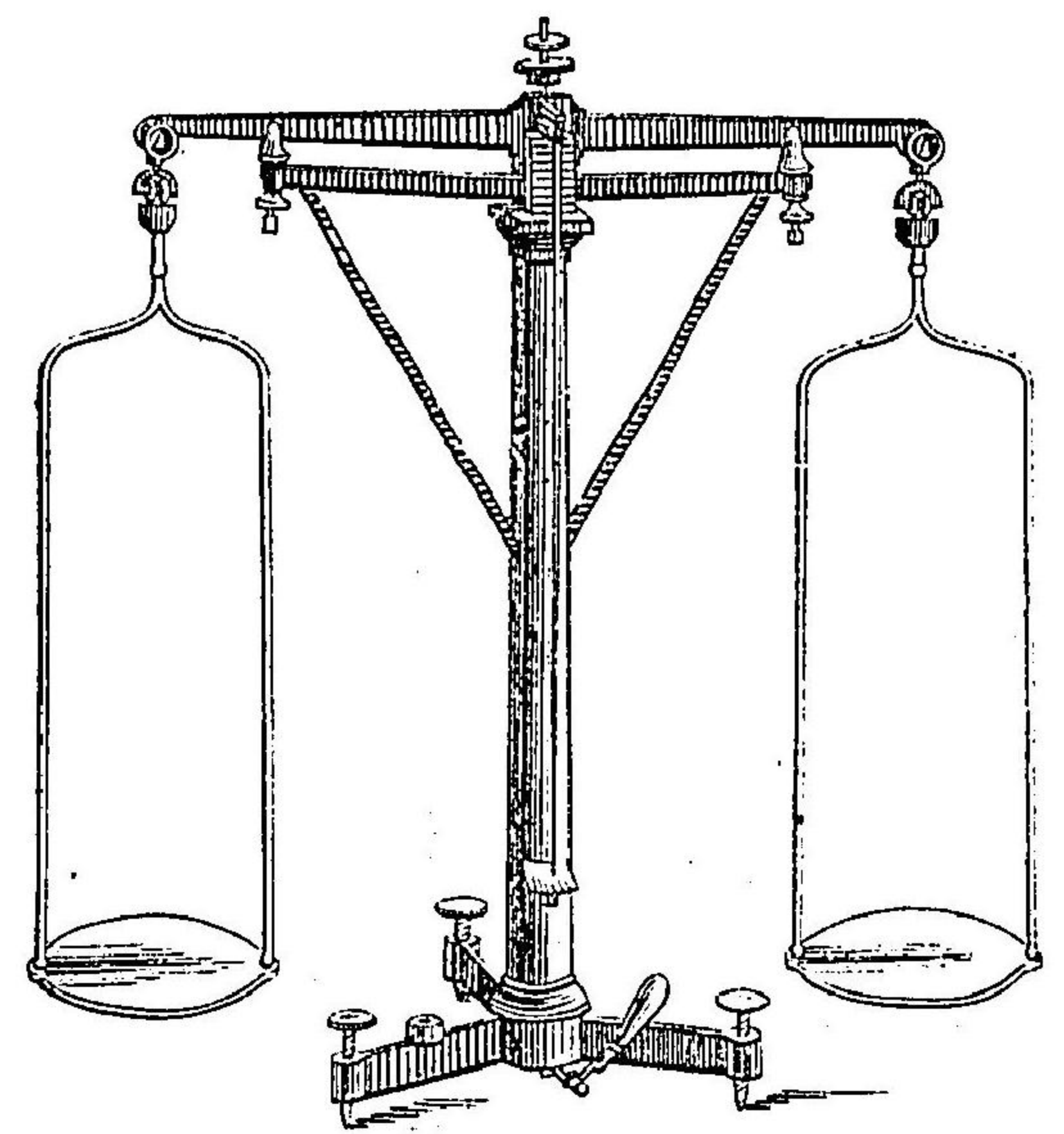
が支點を距る長さ前者の二倍なるを見るべし實驗の結果を概括すれば左の如くなるべし

支點と重點との距離に錘を乗じたるものと支點と力點との距離に力を乗じたるものと相等しければ挺子は釣合を保つものなり

吾人の日常使用する器械の中挺子の理に基づきて作りたるもの甚だ多し手鋏にて物を截るが如き釘抜にて釘を抜くが如き皆第一種の挺子の作用に外ならず又秣切にて秣を切り藥切にて藥を刻むは第二種の挺子にて裁縫用鋏にて物を截ること及び毛抜の作用は第三種の挺子に屬するものなり

四九、天秤 天秤は物體の重量を測る重要な器械にして簡單なるものは第五二圖に示すが如し之の器械は竿の





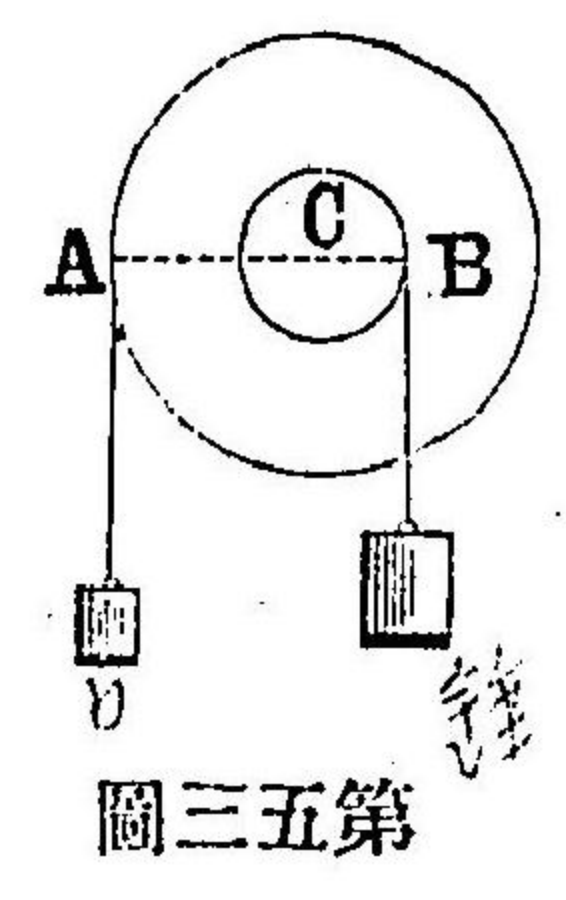
第五二圖

天秤にて物體の重量を測らんとせば一盤に物體をのせ他盤に錘をのせて釣合を保たしめ然る後錘の目方を數ふれば即ち物體の重量なり

正中重心の少しく上に綱鐵製の刃あり其の尖端は平滑なる瑪瑙又は鋼鐵の板上に安置せられ竿の兩端にも刃ありて秤盤をかける秤盤は何れも支點より等距離にあれば兩者の盤上にのする重量は精密に等しきものなり故に

五〇、輪軸

輪軸は一の輪と一の軸とよりなり軸に繩索を以てし其の先きに重物をつなぎ輪を廻轉せば軸は共に



第五三圖

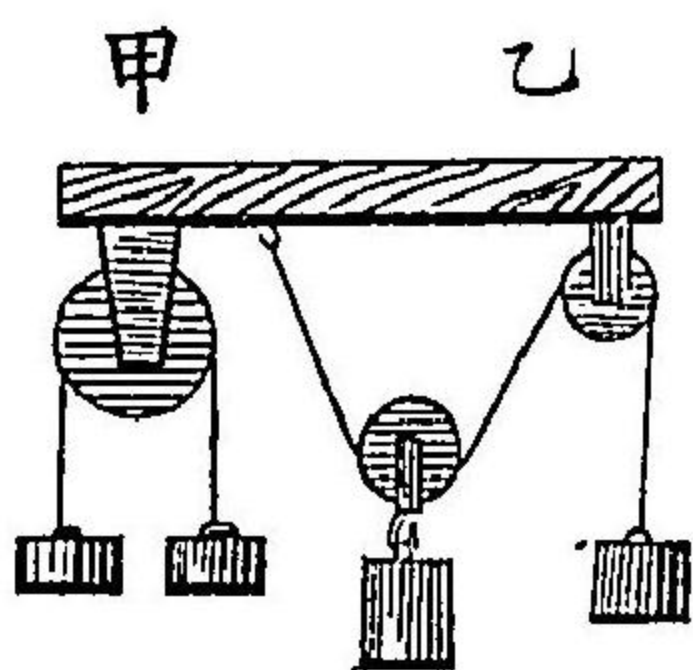
廻轉し重物に連絡せる索は軸に巻き付きて重物を扛擧するを得るなり輪軸は挺子の變形にて第五三圖に示す如くCを支點とせるABなる挺子と見做し得べし従うて錘と力との關係は既に説きたるところにより左の如くなるべし

$錘 \times BC = 力 \times AC$

五一、滑車

滑車は輪の周圍に溝ある車にて之れに二種あり第五四圖甲は固定滑車とて繩の一端に錘を吊るし他端に力を加へて高きに引き止ぐるものなりかくの如き滑車にては力と錘とは相等しきなり第五四圖乙は動滑車とて錘

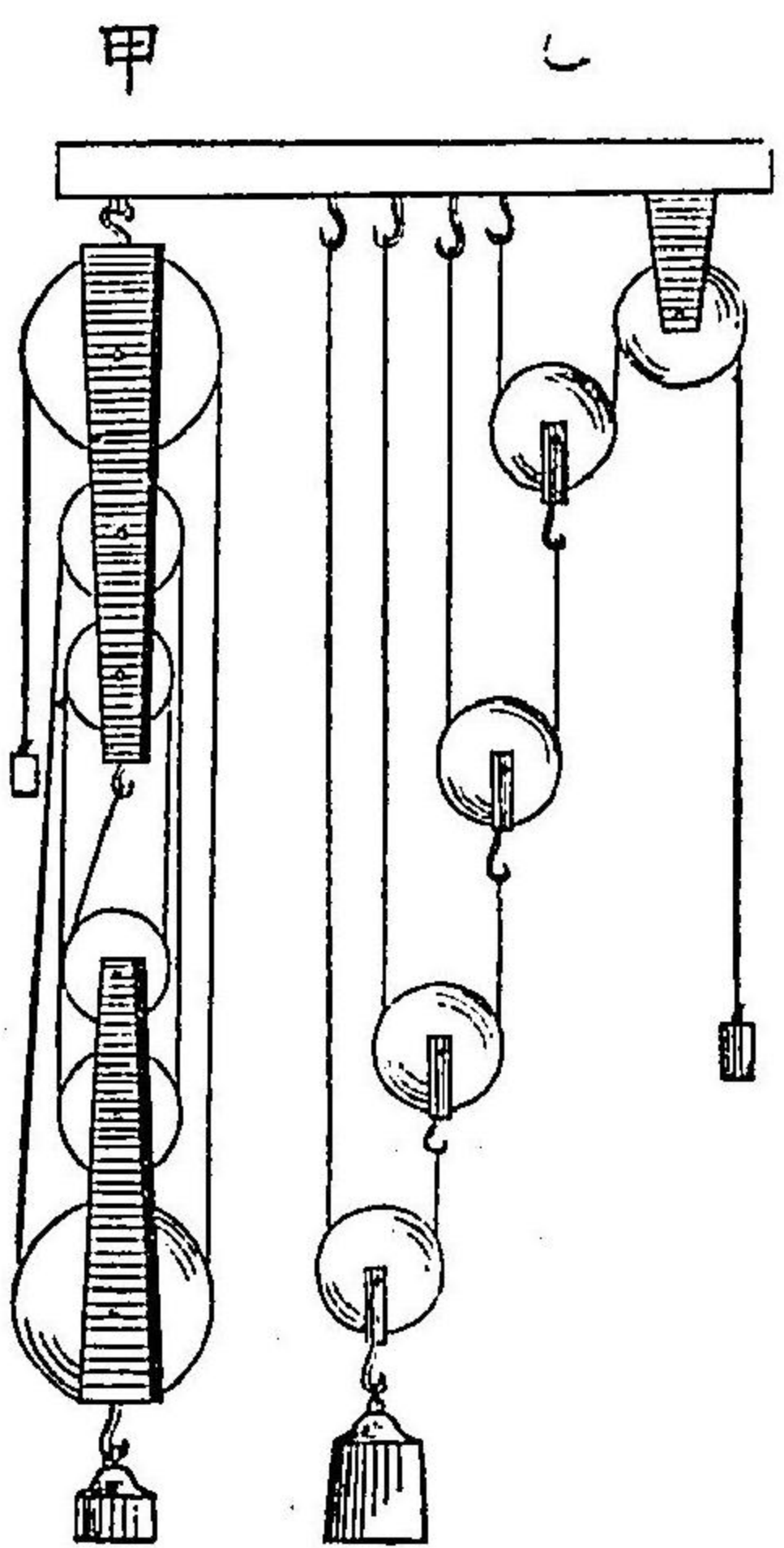




第五圖

と共に扛舉せらるゝものなりもし滑車の重量を計算外に置けば力は錘の二分の一に等し何となれば錘は二本の繩にて支へらるゝを以てなり

八〇



第五圖甲は動滑車三個と固定滑車三個とを連結したるものにて滑車の重量を計算外に置けば錘は六本の繩にて支へらるゝが故に力は錘の六分の一にて釣合を保つべきなり

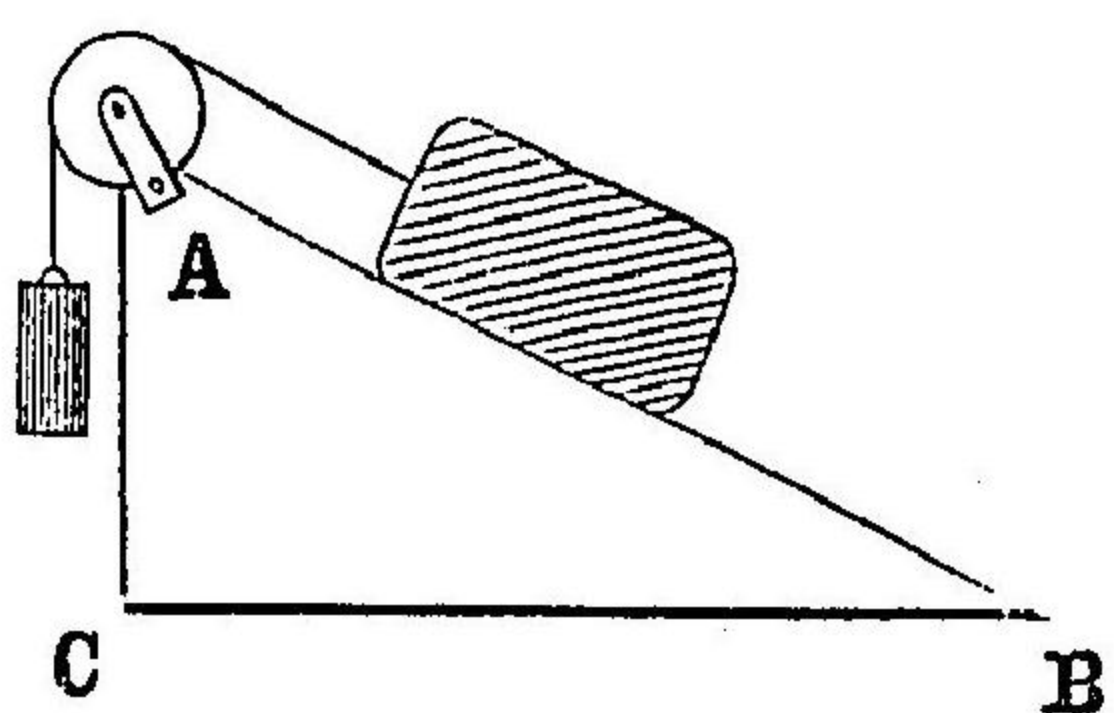
第五五圖乙は動滑車のみを四個連結したるものにて力は錘

の十六分の一にて足るべし

五二、斜面 水平面より傾斜したる斜面は其の斜面の平面に沿うて物體を高きに扛舉するに用ゐらる斜面ABを長さ

といひ水平線BCを底といひ垂直線ACを高さといふ斜面の力と錘との關係は恰も斜面の高さと長さとの關係に等し

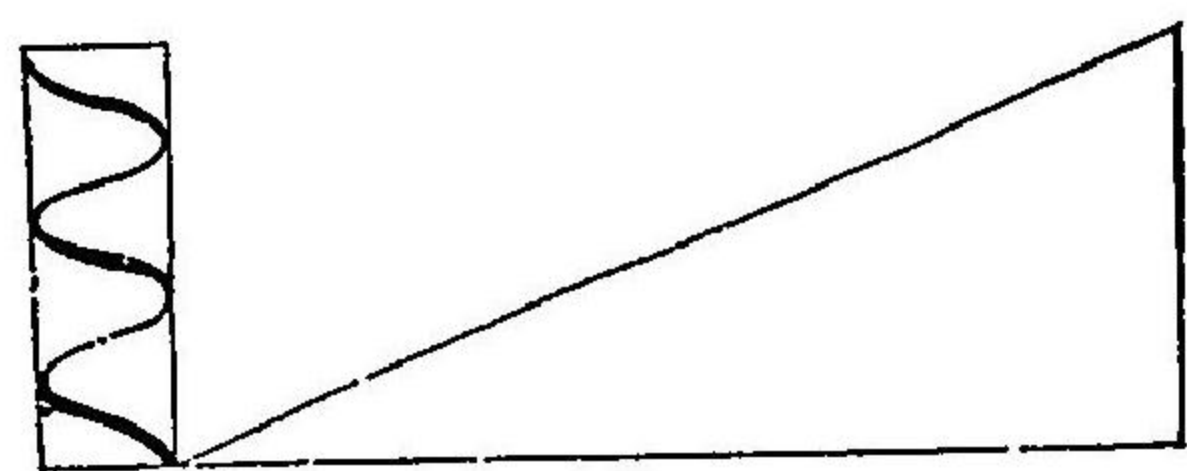
六 斜面は其の傾斜小なれば力を要すること小、傾斜大なるときは力を要すること大なり坂路は當に斜面の應用すべきものにて吾人は急なる勾配を攀づる場合に特に著しく困難を感ずること既に經驗せしところなり



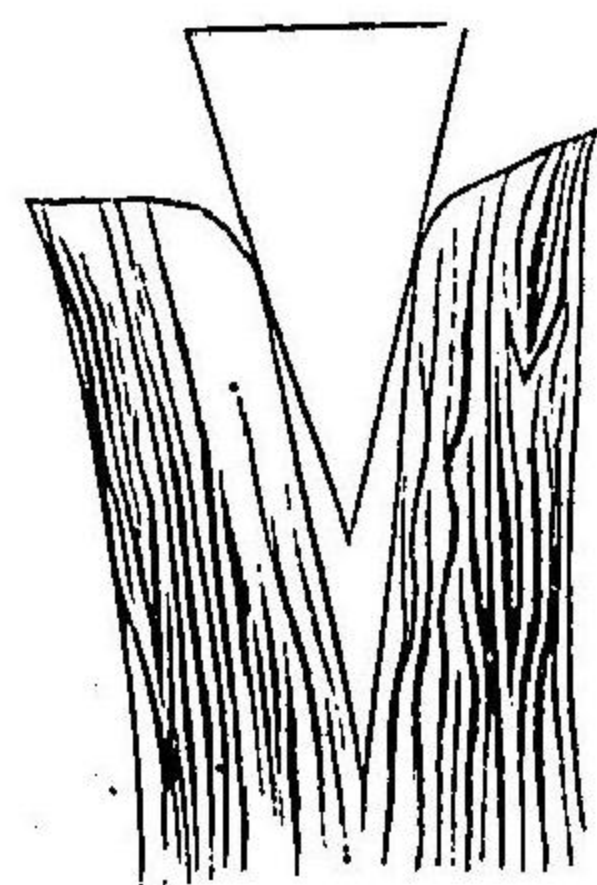
五三、螺旋

螺旋は圓柱の周圍に斜面を巻き附けたるもの





第五七圖



第五八圖

八二  
のと見倣すを得べきものに  
て螺旋の線と線との距離即  
ち歩みは斜面の高さに當り  
圓柱の周圍は斜面の底に當  
り斜面の長さは螺旋の線の  
一捲きに當るものなり

五四、楔 楔は木片を割截するに用ゐらるゝものにて其  
の應用甚だ廣しかの斧及び刀劍等の刃物は何れも楔の應用  
に外ならず

設問七

一、第一種第二種第三種の挺子につきて力と重さとの關係をとけ

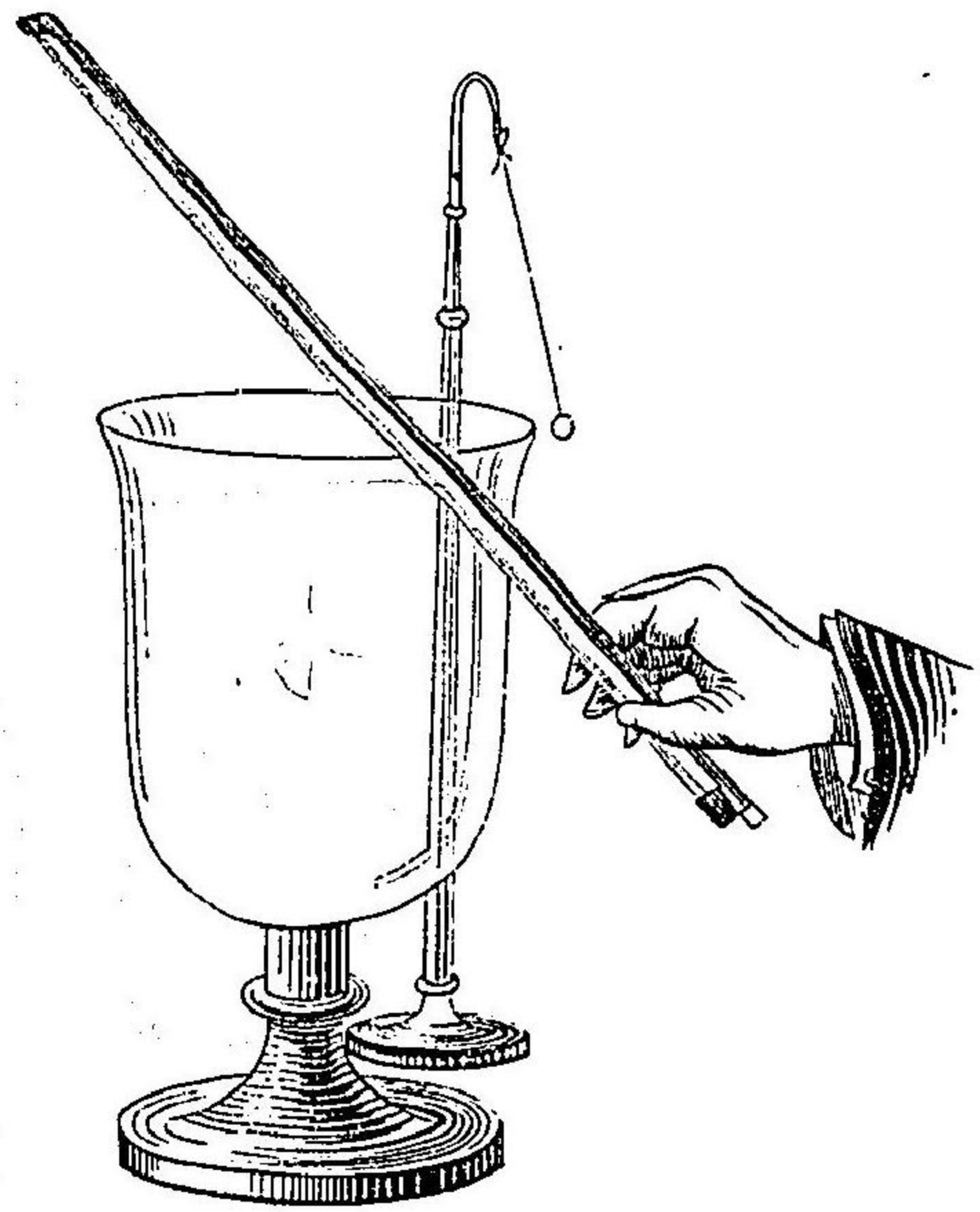
- 二、挺子の變形せるものを擧げ何種に屬するかを示せ
- 三、滑車は挺子の變形と見倣すを得べき理由如何
- 四、滑車を挺子の變形として力と錘との關係を説け



第三編 音

第一章 音の發生及び波及

五五、音の發生 發音體が音響を發するときはその全體は著しく激動するものにて之れに手を觸るれば容易に其の然るを知るべし



第五九圖

實驗一 第五九圖に示す如く金屬又はガラスの器に水を入れ胡弓にて摩擦すれば音を

發生し器内の水は盛に跳飛するを見る若し豫じめ木心球を吊るして器に觸れしめば木心球は同時に振動するを見るべし

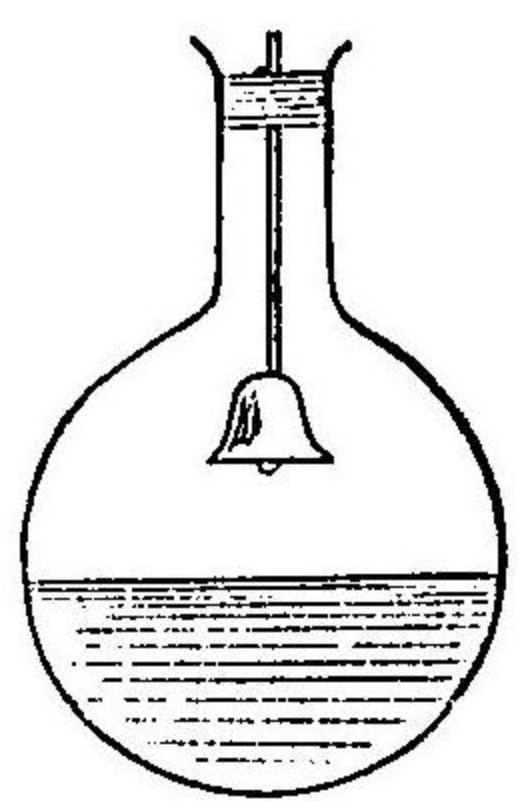
實驗二 調音叉を胡弓にて摩擦して音を發生せしめ之れを水中に入ると水は盛に跳るべし

五六、音と空氣 音響が發音體の振動によりて生ずるものなることは前節に説きしが如し而して其の振動を吾人の耳朵に傳達するものは大氣なり但し音響を傳ふるものは獨り大氣のみならず固體液體皆然るものなれども大氣は普く空間に瀰漫せるにより發音體の振動は主として大氣の媒介によりて傳達せらるるものなり

實驗 第六〇圖の如く圓底のフラスコに少許の水を入れ



之れを熱して沸騰せしめ以て瓶内の空氣を排除し別にゴム

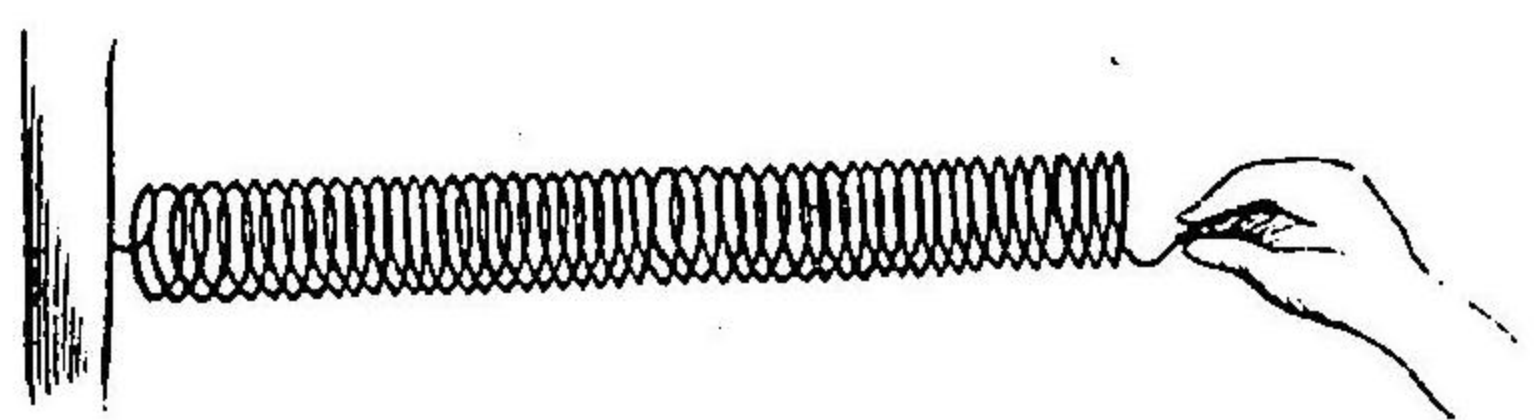


第六圖

栓を貫くに太き針金を以てし之れにてフラスコの口を塞ぎ火を去り瓶の冷却したるころフラスコを振り鈴をならすも鈴の音は聞ゆることなかるべし

五七、音の波及 第六一圖の如く眞鍮の針金にて巻きたる螺旋の一端を固定し他端を支持し指を螺旋中に入れ少しく引き延ばして放たば引き延ばされたる部分は弾性の爲め元の状態に復せんとして前方の部分を引伸すべく而して其の部分は又其の前方の部分を引伸せしめかくて激動は次第に他端に及ぶものなり  
次に又螺旋中の一部分を引きよせて之れを縮め急に放てば

前と同様の理にて壓縮の部分が他端に傳達せらるゝなり



第六圖

以上は弾性體が一端に受けたる激動を他端に傳達する状態を説示したるものなるが大氣が發音體の振動を傳達するも略之れに類似せる状態にてあるなり即ち發音體が速に振動し其の前方に進むときは前方の空氣は壓せられて濃厚となり之に反して後方に退くときは空氣は稀薄となるべく斯くて一旦生じたる濃厚稀薄の部分は次第に前方に進行して吾人の耳朶に達し鼓膜を前後に振動せしむるものなり

第六二圖は發音體の振動するとき空氣中に生ずる濃厚稀薄の状態を示したるものなり



音波とは圖に示す如きものと名にして濃厚部若くは稀薄部

八八

の中央より次ぎの濃厚部若くは稀薄部の中央に至る迄を一波といひ其の長さを波の長さと呼ぶ

五八、音の速度 音波を遠きに傳達せんに

は若干の時間を要すべきものにて空氣中には攝氏零度のとき音波の速度三百三十二メートルなり而して音の速度は攝氏一度に付き大約〇・六メートルの割合を以て氣温の上るに従ひ増加するものなり

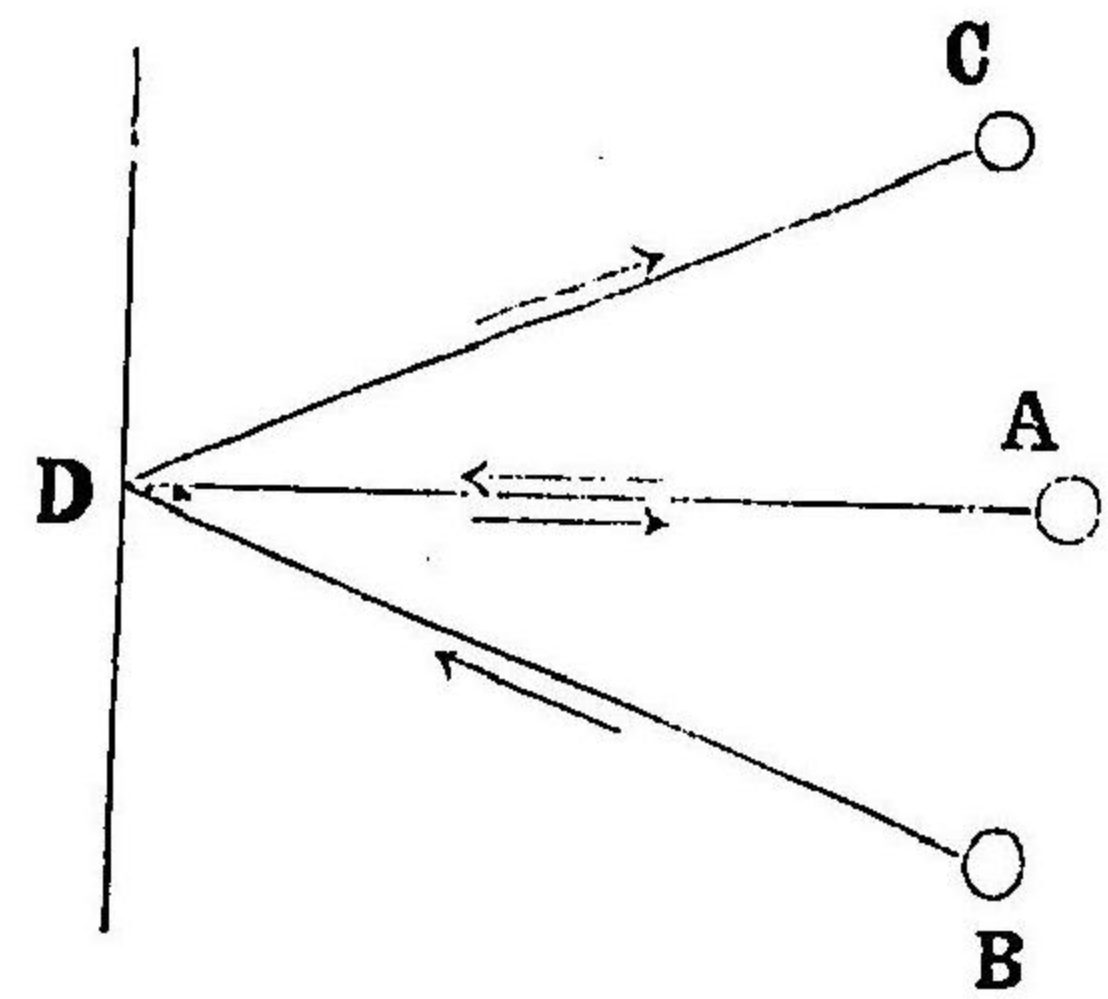
木石又は金屬其他水アルコール等の液體も亦よく音を傳ふるものにて其の傳播の速度は遙かに空中の速度よりも大なり水の如きは大氣中に於けるよりも凡そ四倍



第六二圖

の速度を有てり

五九、音の反射



第六三圖

ゴム毬を壁面に垂直に投射せば全く元の方向に反射すべく斜に投射して壁面の垂直線と角ADCをなせば同じ垂直線と等しき角BDAをなして反射するなり音響も亦かくの如く進行中障碍物に逢へば反射するものにて全く同一の法則に従ふものなり

吾人は山間谿谷に入り大聲を發せば暫らくして遠方に同様の聲音を聞くことあらん之れ吾人の發したる音響が障碍物にあたりて反射し元の方向に傳播したるが故なり斯くの如き反射音を反響又は山彦といふ

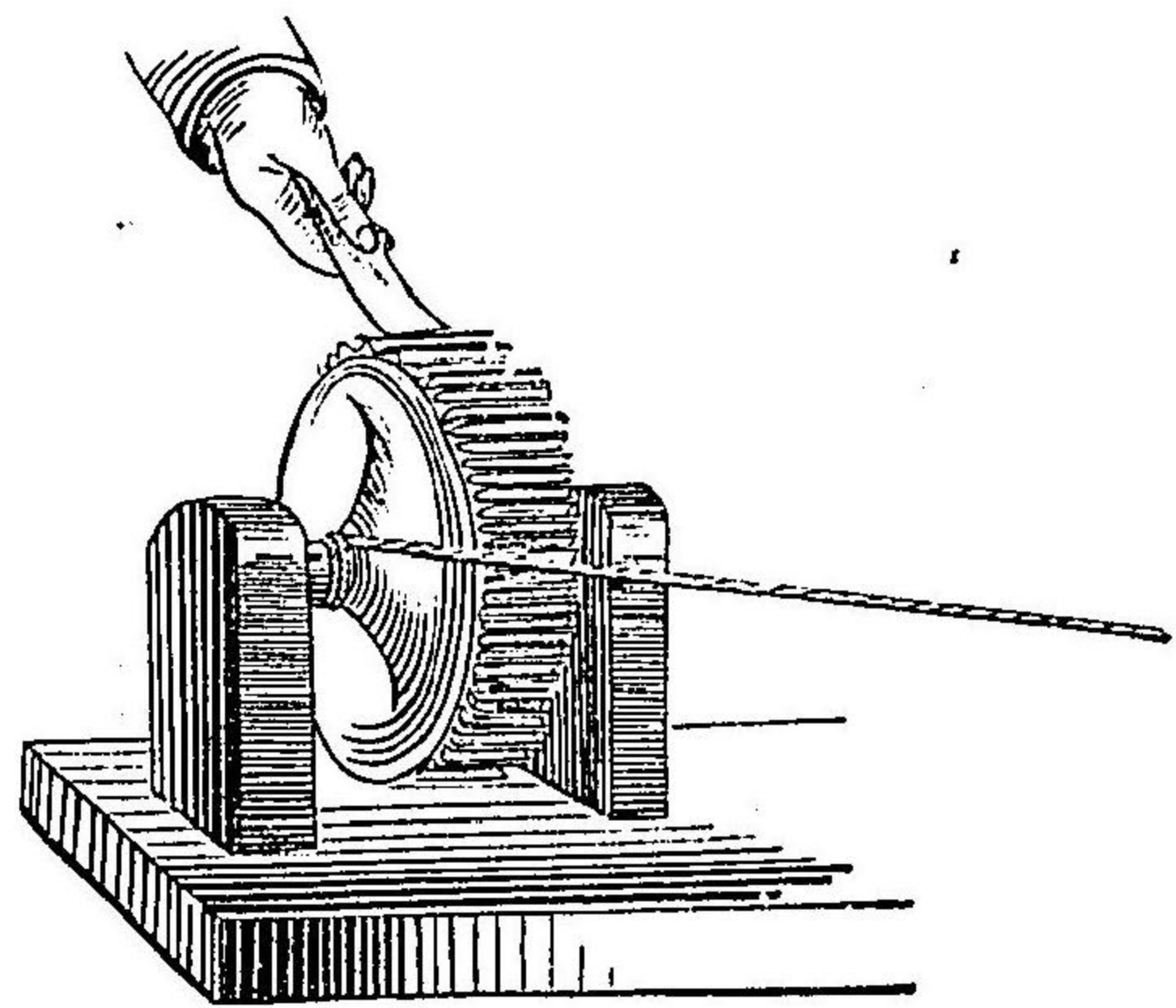


反響は反射面が發音體より遠く隔りたる場合に生ずるものなれども室内等の如く壁面との距離小なるときは發音體より直接進行する音波も周圍の反射面より反射して來れる音波も殆ど同時に吾人の耳朵に達する故に音響は強さを増し一層明瞭なるを得るなり

### 第二章 音の調子強さ及び音色

六〇、**樂音及び噪音** 音響には愉快の感覺と不愉快の感覺とを與ふるものあり大砲を發射したる時の如く急激に空氣の振動を起して生じたる音波は後者に屬し之れを噪音と稱す琴又はオルガン等の如く其の振動整然たるものは之れを樂音と稱して前者に屬す

### 六一、音の調子



第六四圖

第六四圖に示す如く齒輪に厚紙を軽く觸れ徐々に齒輪を廻轉すれば厚紙は振動して音を生ずべく次第に廻轉を急ならしむるときは音の調子は漸次高まるを見るべし  
音の調子は振動數の多少によるものにてかの一、二、三、四と次第に高き音は皆一定時間に於ける振動數の漸々増加せるによるものなり凡る人の耳に感受し得べき音の振動數は一秒時間に十六乃至二萬五千の間にあるものにて此の範圍外の振動數を



有するものは何れも之れを覺知すること能はざるなり

六一一、音の強さ 試みよ琴の弦又は針金の兩端を固定し其の中央をつまみ強く引きて放たば糸の振動すること大に音の耳に感ずること強かるべし調子の相等しき音にても其の振幅小なれば音は弱きものなり

音の強さは又發音體の距離に關し近ければ従つて強きものなり

音の強さは又風の方角空氣の密度等に關するものにて發音體よりは同一の距離にあるも風下にあるときは風上にあるときより其の音強く又空氣の稀薄なる所にては音の微弱なることは既に第五六節の試験に見しところなり

六三二、音色 琴又は笛をとりてオルガンと同じ調子同

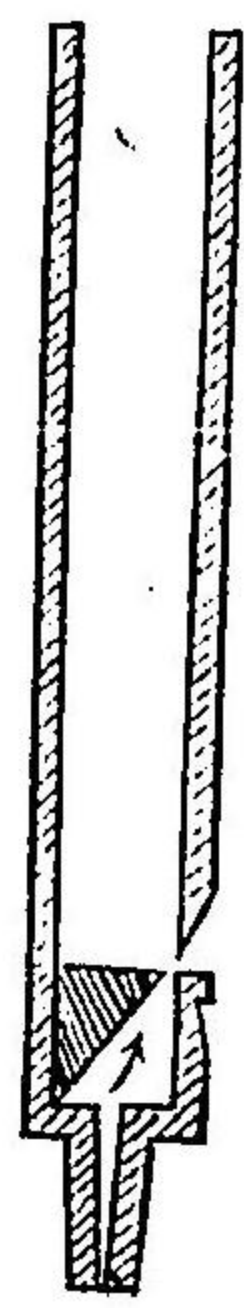
じ強さの音を發せしむるも明かに其の何れの音なるかを識別し得るは各樂器が音色を異にせるによるなり凡そ發音體は主なる振動の外二倍三倍等の振動數を有する音を混ざるものにて之れ等副音の種類強弱は發音體の種類によりて同じからず而して吾人が音を聽くに當りては副音を辨別する能なく唯之れを音色として認識するに過ぎざるなり

### 第三章 發音體の振動

六四、弦の振動 弦の兩端を固定し之れを彈ずれば弦は上下に振動して音を發すべし而して弦の長さを變ずれば音の調子も従つて變ずべく其の關係を實驗すれば振動數は弦の長さに反比するを見る

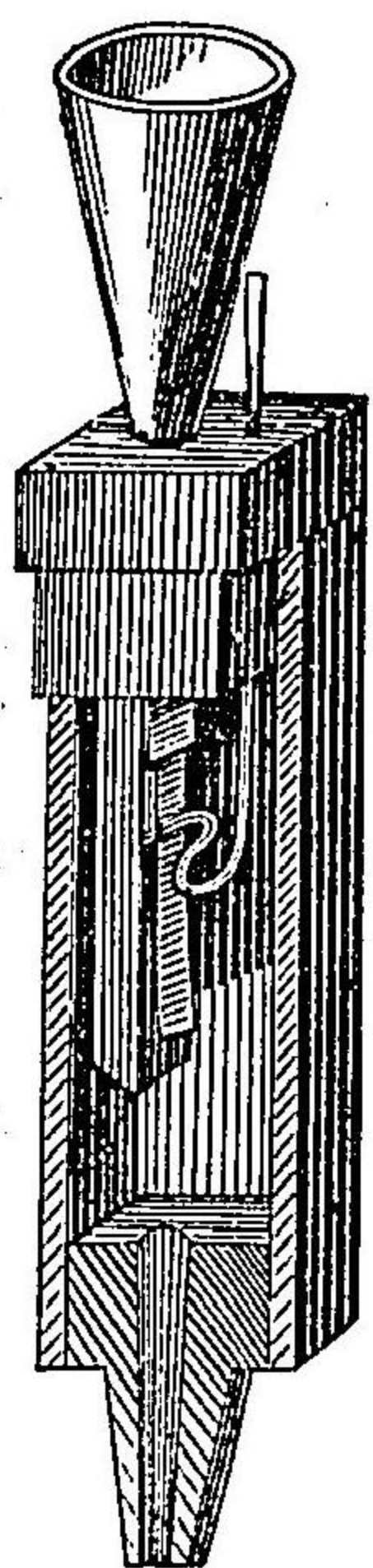


弦の振動數は獨り弦の長さに關するのみならず弦の張力及び其の物質に關するものなれども複雑なればこゝに論及せず



第六五圖

にして口より強く空氣を吹き込むときは空氣は狭き孔より出てと尖りたる稜に衝突し爲めに空氣の振動を起し管内に波及するによりて音を生ずるなり



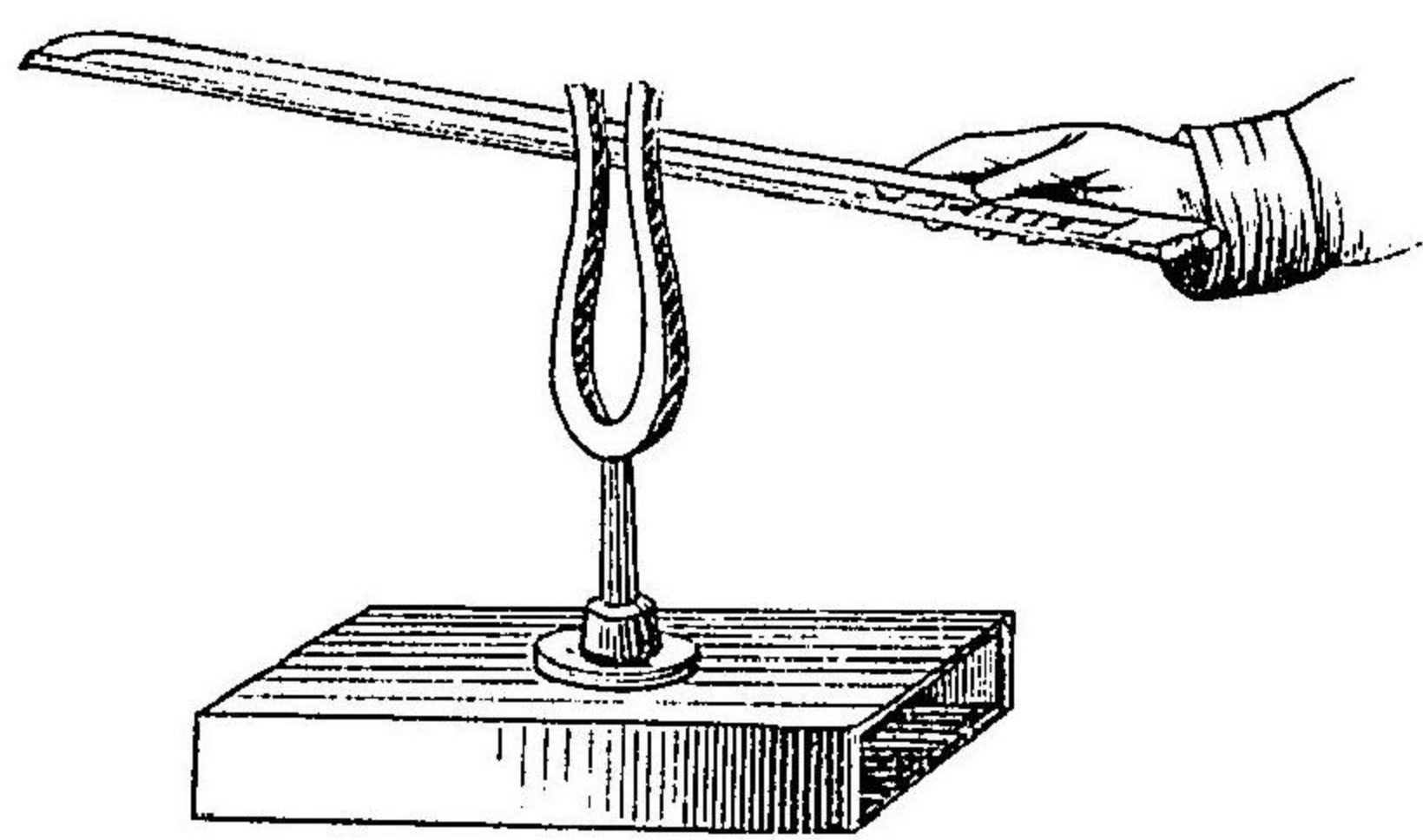
第六六圖

第六六圖は舌管にして口より強く吹き送られたる空氣は薄片を振動せしめ以て音を發せしむかのオルガンの

笛は此の種類に屬す

六七、共鳴

第六七圖は調音叉と稱し一定の振動數を



第六七圖

有する音を發するものなり今胡弓を以て之れを摩擦すれば音叉は振動するも若し圖の如き木製の函を具へざるときは極めて微弱にして聴取すること能はざるべし然れども之れを函の上に置けば音は頗る明瞭となるなり之れ音叉の振動するにつれ函中の空氣及び函を組み立つる木板が共に振動して以て音の強さを増大するに由る之れを音の共鳴と名づくかの琴



三弦の胴及び前圖のオルガン管、舌管等の筒部は何れも皆共鳴の必要より附屬せしめたるものなり

九六

設問、八

- 一、大鼓を打たば如何に振動するか
- 二、釣鐘を打たば如何に振動するか
- 三、耳を地面に當つれば遠距離の人馬の音を聴き得るは何故なるか
- 四、木が音を傳播するを示す法如何
- 五、發砲せし際烟を見しより五秒を経て其の音を聴きたりとせば其の間の距離何程なるか但し音の速度は三百四十一メートルなり
- 六、電火を見しより雷鳴を聴くまでの時間長ければ危険の患少き理由如何
- 七、野原にて音の遠く聴えざるは何故なるか

第四編 熱

第一章 寒暖計及び比熱

六八、熱の源 熱を發生する主なる源は左の如し

第一太陽 太陽より供給する熱は其の量莫大にして萬物生育の根源なり

第二化學作用 熱は化學的作用によりて生ずるものにて吾人の生活上に利用せる薪炭の燃燒熱の如きは此の例なり  
第三器械的作用 熱は器械的作用によりて生ずるものにて物體相互の衝突若しくは摩擦によりて生ずるものは此の例なり

第四電氣 熱は電氣の抵抗ある物體を流るとき生ずる



ものにてかゝの電氣燈に見るが如し

六九、温度 甲乙二物體を互に接觸し若し甲が熱を得て乙が熱を失ふときは乙は甲より温度高しといひ若し又兩者間に熱の得失なきときは甲乙共に同温度なりといふ

七〇、寒暖計 物體は熱を得れば膨脹するものにて其の膨脹の大きさは温度の差に比例するが故に之れを應用して温度を測ることを得べし水銀寒暖計は普く使用せらるゝものにて球にて終るところの毛細孔を有する管よりなり球の全部及び管の一部に水銀を充たし管の一端を封じたるものなり而して水銀はガラスよりも膨脹すること大なれば温度の高低に伴ひ水銀は管中を昇降するものなり  
寒暖計をして温度を指示せしめむには一定不變の温度を標

準にとらざるべからず標準氣壓に於て氷の融解する温度は常に一定不變の温度にあり又標準氣壓に於て水の沸騰するも亦一定不變の温度なれば寒暖計にては此の兩者を標準温度に撰定せり

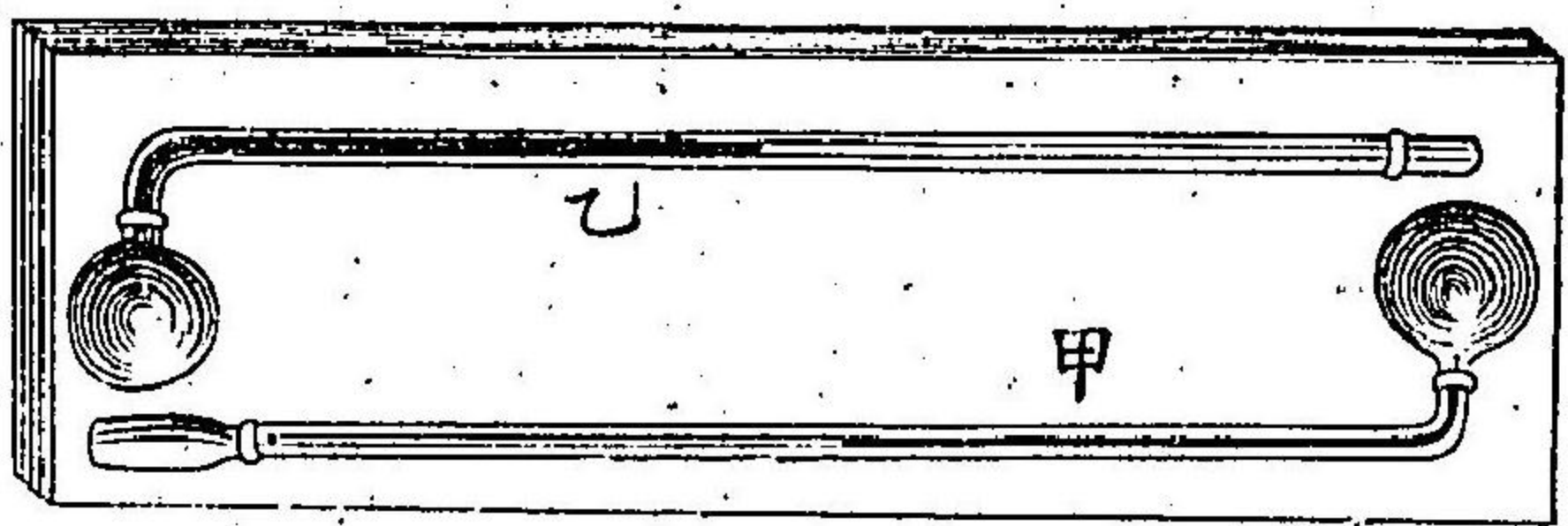
水銀寒暖計は適當に水銀を入れ一端を封じたる後之れを氷と水との混合物の中に入れ水銀の收縮し終るを待ち水銀頭にあたる點に標線を附し之れを氷點と名づけ次に沸騰せる水の蒸氣の中に入れて水銀頭の靜止したる點に標線を附し之れを沸騰點と名づけ以て二個の標準點を確定するものなり

既に二個の定點を定むるときは其の間を任意に等分するを得べし攝氏寒暖計は之れを一百に等分し氷點を零度とし沸



騰點を百度とす攝氏寒暖計は學術上普く採用せらるゝものにて本書の如き之れを採用せり華氏寒暖計は氷點を三十二度とし沸騰點を二百十二度とし其の間を百八十に等分せり水銀寒暖計の外にアルコール寒暖計あれども水銀寒暖計の善良なるに如かず之れ水銀は通常の溫度にては整正に膨脹するものなるもアルコールは之れに反して膨脹不等なるを以てなり然れども極めて低溫度にては水銀は凝結して用をなさざるもアルコールは使用に堪ふるが故に低溫度の場合に採用せらるゝものなり

七一、最高最低寒暖計 氣象觀測又は其の他に於て或る時間内の最高最低の溫度を測る要あるとき用ゐるものを最高及び最低寒暖計とす醫師の體温を測るとき使用する



ものは最高寒暖計の一種なり第六八圖は最高及び最低寒暖計を示せるものにて兩者共に

第六八圖は最高及び最低寒暖計を示せるものにて兩者共に  
水平に懸けらる甲は最高寒暖計にて管内の水銀の外に小なる鐵片を入れ置けり而して磁石の助けによりて鐵片を水銀柱の頂上に接し置けば溫度昇り水銀膨脹するとき水銀は鐵片を濕さざるが故に之れを壓して前方に進ましめ溫度降り水銀縮小するときは水銀のみ退きて鐵片は其のまゝ殘留するを以て其の位置を見て最高溫度を知るを得るなり

乙は最低寒暖計にしてアルコールを用ゐる



其の管内の液中にガラスの小片を入れ置くものなり寒暖計を少しく傾けて小片を液柱の頂部に接せしめ置けば液體膨脹するも小片は依然残留すべく液體收縮すれば液の表面減退すと共に小片退却するによりガラス片の位置を讀みて最低温度を知るを得るなり

七二、熱量

物體を熱して温度を一度上らすに要する熱量は二度上らすに要する熱量の半なり又質量二倍なれば之れを同温度上らすに二倍の熱量を要すべし熱量を測る單位は一キログラムの水を攝氏一度上らすに要する熱量にて之れを一カロリーといふ

七三、比熱

異りたる物體の温度を同じ温度まで上らすに要する熱量は同一ならず甚しく差異あるものなり例へ

ば零度の水一キログラムを一度上らすに要する熱量は一カロリーなれども同質量の水銀なれば僅かに一カロリーの凡う三十分の一を要するが如しかくの如くなれば物體の等質量を一度上らすに要する熱量を比較すること必要にして通常水を以て單位とし物體を攝氏一度上らすに要する熱量を水の等質量を一度上らすに要する熱量にて除したる商を以て示すものなり之れを比熱といふ物體比熱の表は附録に詳かなり

設問九

- 一、寒暖計の管の内孔一樣の大きさならざれば如何なる不都合あるか
- 二、寒暖計は久しきを経れば零點の移動を生ずることありかくの如き變動ありたる寒暖計を以て温度を測るとき注意如何



- 三、攝氏度數を華氏の度數に改むる法如何
- 四、華氏度數を攝氏の度數に改むる法如何
- 五、如何にして攝氏華氏の寒暖計を識別するか
- 六、體温を測るに最高寒暖計を用ゐるは何故なるか
- 七、體温は何度なるか
- 八、此の地の一年中の最高最低の温度は凡そ何度位なるか

### 第二章 熱の移動

#### 七四、傳導

火箸の一端を火中に入れて熱すれば熱は次第に移りて他端も強く熱せらるゝに至るべし斯くの如き熱の移動を傳導といふ

物體は熱を傳導すること一様ならず金屬は此の性に富めども他の物體は乏しきこと常なりよく熱を傳導するものを良

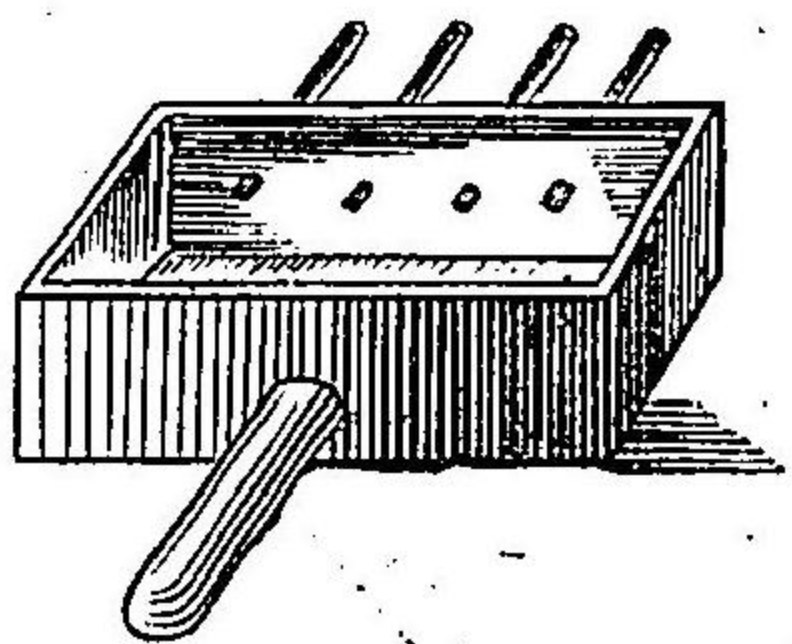
導體といひ然らざるものを不良導體といふ

#### 實驗一

銅と鐵の太き針金を第六九圖の如く束ね一端に



第九六圖



第七〇圖

蠟にてコルクを附着せしめ他端を火中にて熱すれば銅に附着せるコルクは鐵に附着せるものより速かに離脱するを見るべし

實驗一 金屬にて作りたる箱に

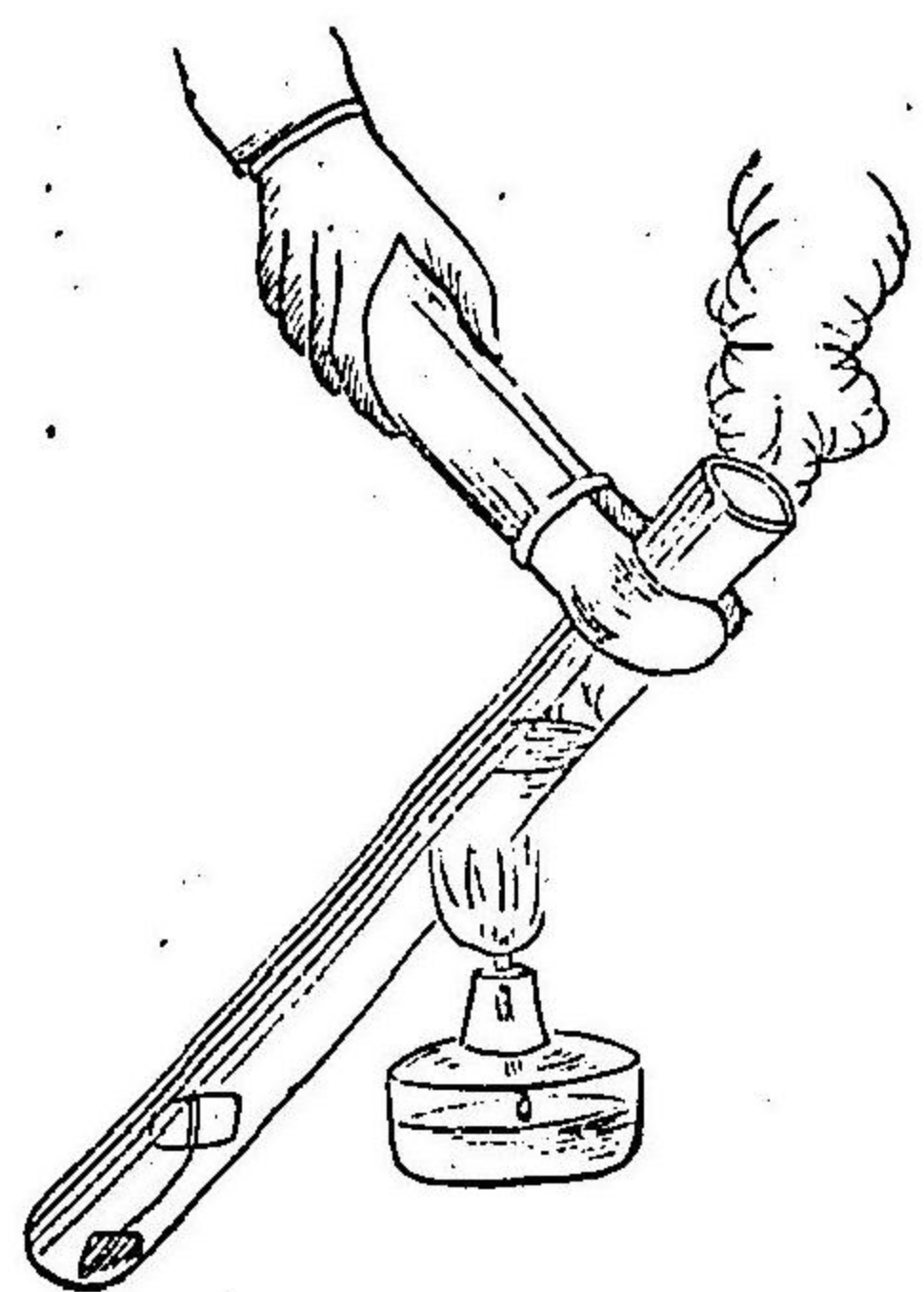
銅鐵、亞鉛、ガラス等の異りたる金屬の棒を第七〇圖の如く固定したるものをとり棒の外面に蠟をぬり箱の中に熱湯を注げば蠟の融解する度に著しき遲速あるを見るべし

金屬中最もよき良導體は銀にして銅之れに次ぐ傳導度の表は附録にのせたり



液體は概ね不良導體にして熱を導かざることば左の試験に  
徴すべし

實驗三 試験管に水を入れ下底に氷の小塊に錘をつけて沈

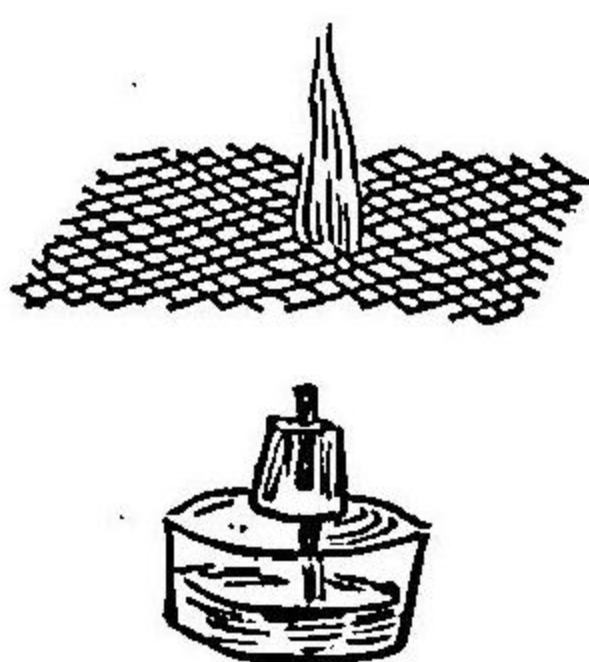


第七圖一

め上部を熱すれば上方の水は  
沸騰するも下方にある氷は依  
然として存在するを見るべし  
氣體は殆ど熱を傳導せざるが  
故に空氣を含める物體は概ね  
不良導體なりとす衣服の如き

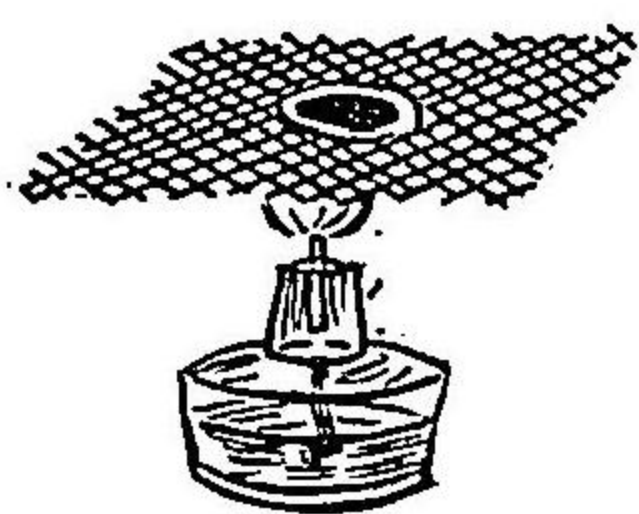
織緯の間に空氣を含むを以て身體を包圍してよく體温を保  
持するを得るなり

### 七五、安全燈 銅製の金網をアルコールランプの火焰



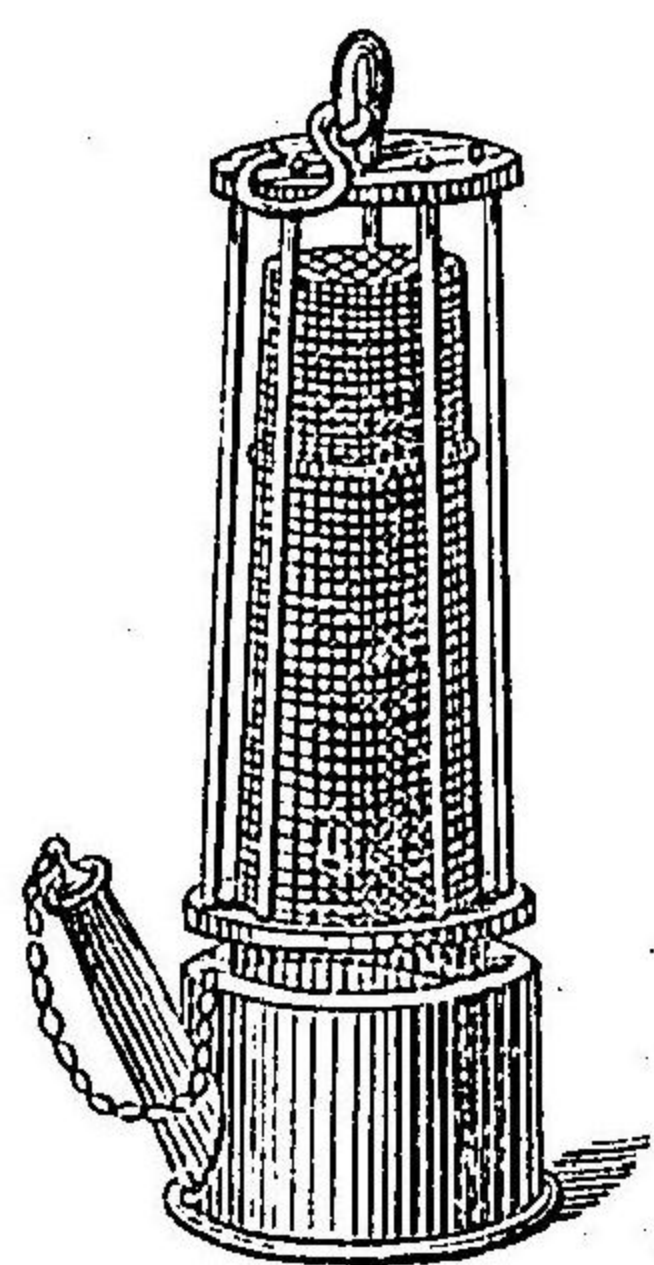
第七圖

中に保てば金網は火焰の熱を速かに他に傳  
導するが故に火焰は金網の外に出づること  
能はざるなり金網の外に燃燒すべき蒸氣の  
存在することはマッチにて點火し得るにて  
明かなり



第七圖二

石炭坑の如き坑中には沼氣發生すれば普  
通使用する油燈にては往々火を失して坑中  
の火災を生ずる恐ありデビー氏安全燈第七

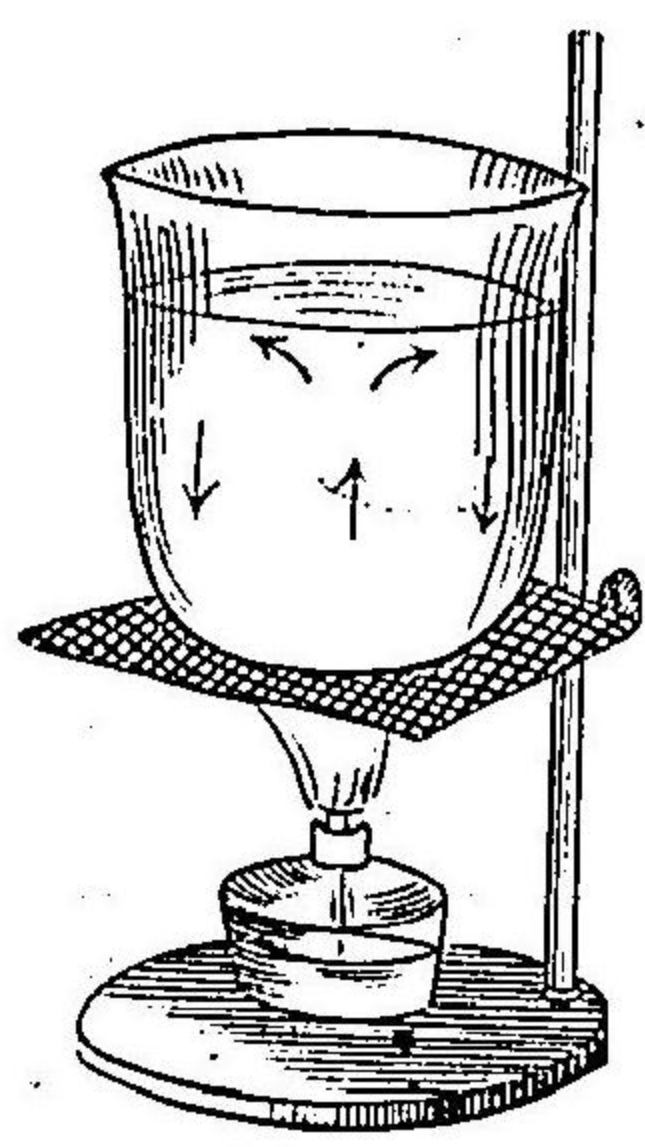


第七圖三

三圖は火焰の周圍に金網を張り  
たるものにて之れを使用すると  
きはたとひ燃燒すべき瓦斯坑中  
に發生すとも火焰は金網の外に

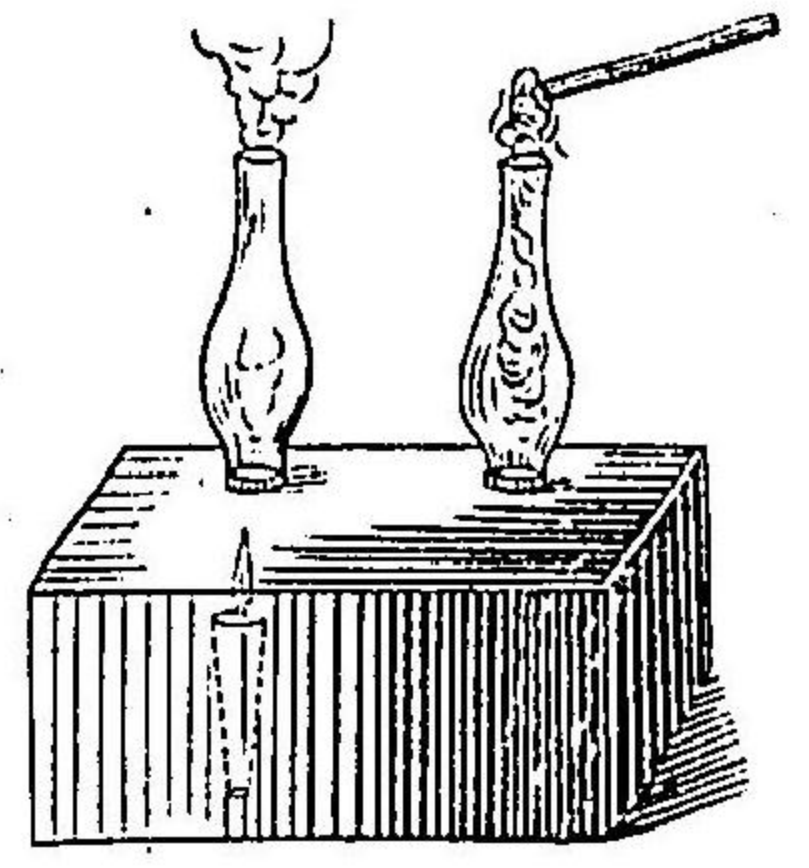


ある瓦斯に點火すること能はざれば危險の患なきなり  
の七六、對流 液體及び氣體は對流の方法によりて熱を  
全部に及ぼすものなり



第七四圖

實驗一 第七四圖の如くピ上ケルに水を入れランプを以て  
熱すれば下底の水は熱せられて膨  
脹し軽くなるが故に上行し上部に  
ある冷水は器側を経て下底に下り  
以て其の所を補ふべし若し豫め  
鋸屑を其の中に入れ置るか又は赤色インキを下部に入れ置  
かば液の運動の状を見るを得べし  
實驗二 圖の如き木製の箱の孔の下に蠟燭を立て之れに火  
を點じ各孔にホヤを嵌め線香數本に點火して蠟燭なき方の



第七五圖

ホヤの口に近づくれば煙が箱の内方に  
入るを見るべし之れ火焰にて熱せられ  
たる空氣は軽くなりて上昇し他方より  
空氣の流入するが故なり  
ランプがホヤの助けによりて氣流を生  
む以て燃焼を持續するが如き又は煙筒が爐の燃焼に及ぼす  
影響の如き皆對流の理によるなり  
地球上には自然に對流の作用行はるゝものにてかの望易風  
とて熱帶地方の太陽の爲めに強く熱せられ大氣は膨脹して  
上昇し上層を経て兩極地方に流動し兩極地方の寒冷の空氣  
は其の缺を補はんとして地面を沿うて熱帶地方に流動し來る  
ものゝ如き或は印度洋中に行はるゝ氣候風の如き又は海岸



地方に見る海陸風の如き皆對流の好例なり

七七、輻射 熱を移動する第三の方法を輻射とす吾人が爐邊にて炭火の熱を受くるが如き又は太陽より大空を通して熱を地球上に移動するが如き何れも傳導又は對流の方法によるにあらず全く光と同一の作用によるものなり後に光の編に於て論ずべし

設問一〇

- 一、湯を沸かし又は物を煮るには如何なる物質にて作るを利ありとなすか
- 二、十能の柄又は土瓶のツルに木又は竹を以てするは何故なるか
- 三、冷き室内にあり金屬木片其の他種々の物體に手を觸れたりと假定せよ寒暖計を以てすれば何れも同温度なるも手の感覺は種々異なりたる温度なるが如し之の理由を説明せよ
- 四、若し又温室に入りて同様の試験をなすときは如何

- 五、熱き湯に浴するとき身體を靜かに湯の中に沈むるは何故なるか
- 六、氷を貯ふるに鋸屑にて包圍するは何故なるか
- 七、木と金屬とを接續せる棒に西洋紙を巻き附け之れを火焰に觸れしめば如何なる結果を見るか
- 八、傳導と對流と異なる點如何
- 九、室内が暖爐にて暖めらるゝを説明せよ

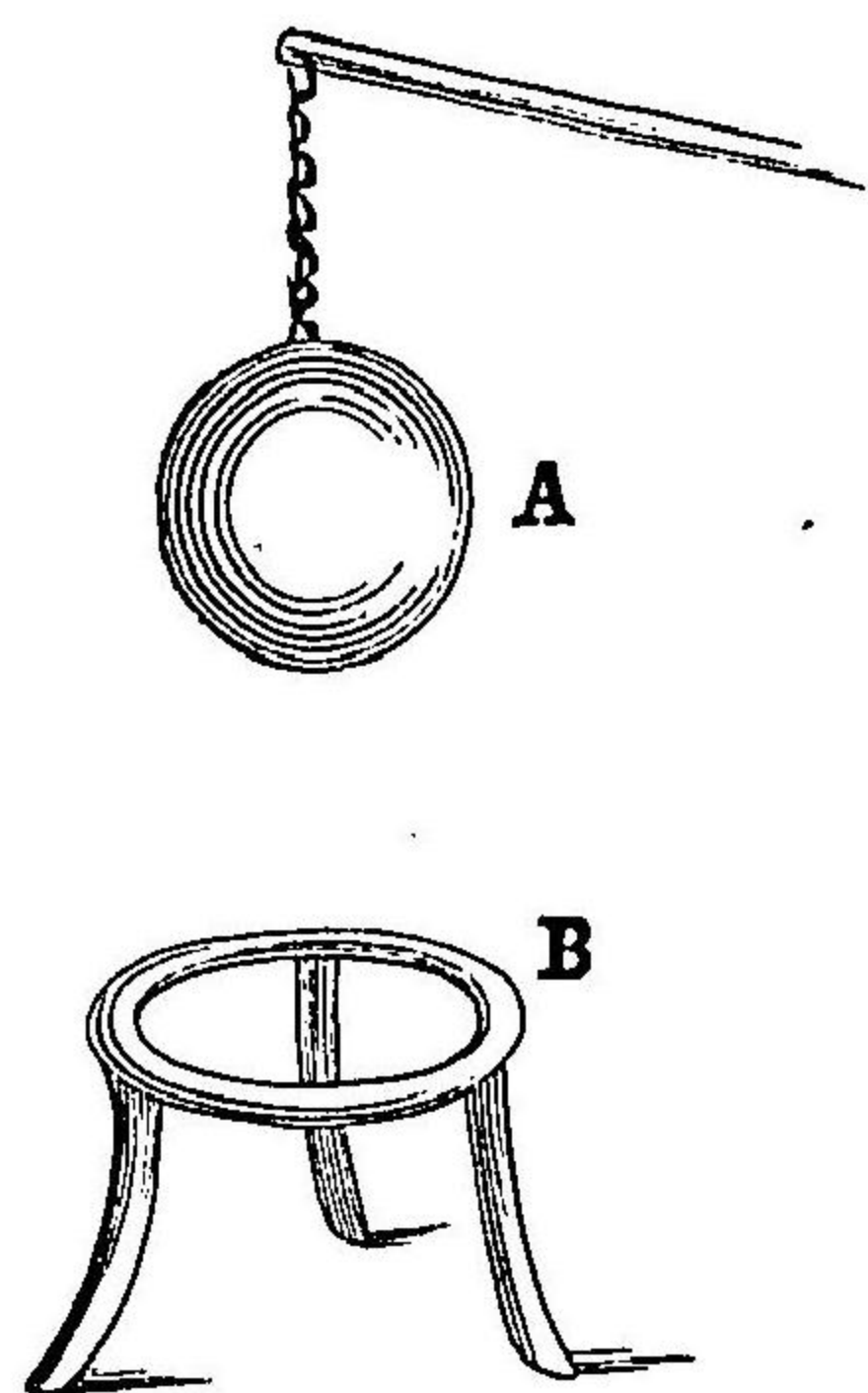
第三章 膨脹

七八、膨脹 物體が熱を受くれば容積の増大すること

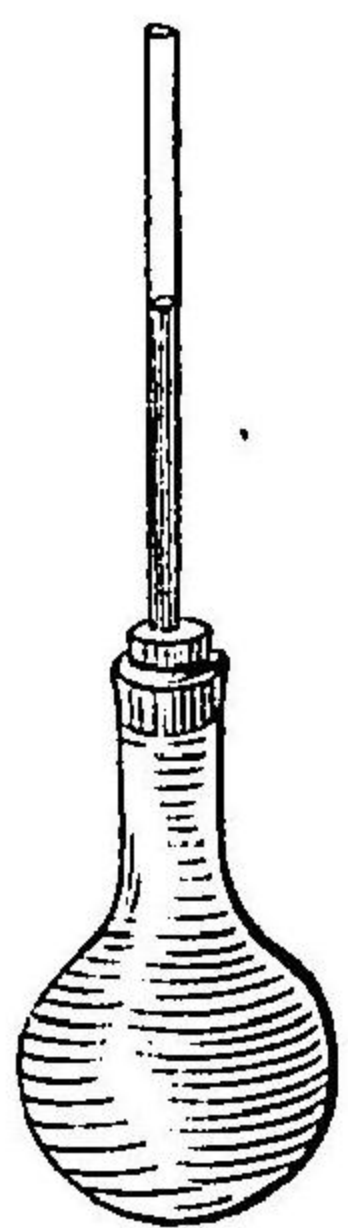
は左の二三の實驗に徴すべし

實驗一 第七六圖のAは鐵球にて金屬環Bを自由に通過するを得べきものなり今球を熱すれば膨脹するが故に環を通

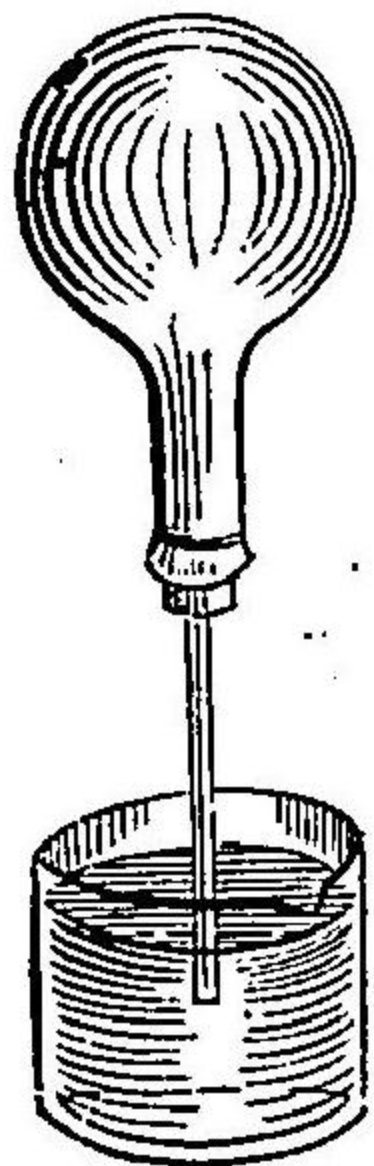




第七六圖



第七七圖



第七八圖

ば空氣は膨脹して氣泡の水中に出づるを見るべし

七九、膨脹率 物體の膨脹の量を示すに長さど容積と

過するを得ざるべし  
實驗二一 フラスコに水を充たしガラス管を貫けるコルクにて栓をなし之れを熱すれば水は容積を増大して管中に上り終に溢出するに至るべし

實驗二二 フラスコにガラス管を貫けるコルクにて栓をなし管の一端をコップの水の中に入れ火焔にてフラスコの一部を熱すれば

の二法あり長さの膨脹率とは物體の單位の長さが溫度一度上昇したるが爲めに増加したる長さをいひ容積の膨脹率とは單位の容積が溫度一度上昇したるが爲めに増加したる容積をいふ容積の膨脹率は長さの膨脹率の三倍に等しきものなり物體の長さの膨脹率の表は附録に詳かなり  
液體は固體より膨脹すること大に氣體は更に大なるものなり氣體の膨脹率は何れも殆ど相等しく零度の容積の二百七十三分の一なり總て物體が溫度の上昇によりて増加したる膨脹の大きさを計算せんと欲せば零度の容積(又は長さ)に膨脹率(容積又は長さの)を乗じ更に上昇したる溫度の數を乗ずべきなり

八〇、容積の膨脹と比重との關係 物體は溫度によ



りて容積を増減するものなれば従つて比重に影響せざるを得ず而して比重は容積に反比するが故に之れを計算するとき容易なり例へば零度るとき某物體の比重を一・五とし容積の膨脹率を $\circ\circ\circ\circ\circ$ 五とせば二十度の温度に於ける比重は左の如くなるべし

$$\frac{1.5}{1+0.00005 \times 20} = 1.4985 +$$

設問一一

- 一、金屬の圓環を熱すれば孔は大となるか
- 二、レールとレールの接ぎ目に多少の間隙を置くは何故なるか
- 三、長さ五尺の鐵棒を零度より四十度まで熱せば長さ幾何となるか
- 四、十五度るとき五百立方センチメートルの容積を占むる氣體は零度に於て幾何の容積を占むるか

- 五、零度るとき百立方尺の空氣が十度るとき幾何の容積を占むるか
- 六、氣温十度氣壓七百三十三ミリメートルのとき一リートルの大氣は標準氣壓と標準温度に於て幾何の容積を占むるか

第四章 融解及び氣化

八一、融解 固體は熱を加ふれば融解せしむるを得る

ものにて其の温度を融解點と名づく同一の事情にては融解點は一定せるものにて其の融解し終るまでは如何程多量の熱を與ふるも同一の温度を保つものなり

實驗一 ビーケルに雪又は氷の碎片を入れ火焰にて熱し攪拌したる後寒暖計にて温度を測れば全く融解し終るまでは零度を示すべし



りて容積を増減するものなれば従つて比重に影響せざるを得ず而して比重は容積に反比するが故に之れを計算するに容易なり例へば零度るとき某物體の比重を一・五とし容積の膨脹率を $0.00005 \times 20$ とせば二十度の温度に於ける比重は左の如くなるべし

$$\frac{1.5}{1+0.00005 \times 20} = 1.4985 +$$

設問、一一

- 一、金屬の圓環を熱すれば孔は大となるか
- 二、レールとレールの接ぎ目に多少の間隙を置くは何故なるか
- 三、長さ五尺の鐵棒を零度より四十度まで熱せば長さ幾何となるか
- 四、十五度るとき五百立方センチメートルの容積を占むる氣體は零度に於て幾何の容積を占むるか

- 五、零度るとき百立方尺の空氣が十度るとき幾何の容積を占むるか
- 六、氣温十度氣壓七百三十ミリメートルのとき一リートルの大氣は標準氣壓と標準温度に於て幾何の容積を占むるか

第四章 融解及び氣化

八一、融解

固體は熱を加ふれば融解せしむるを得るものにて其の温度を融解點と名づく同一の事情にては融解點は一定せるものにて其の融解し終るまでは如何程多量の熱を與ふるも同一の温度を保つものなり

實驗、一 ビーケルに雪又は氷の碎片を入れ火焰にて熱し攪拌したる後寒暖計にて温度を測れば全く融解し終るまでは零度を示すべし



實驗、一、白蠟を熱して融解せしめ寒暖計にて温度を測れば融解の始めより終りまで同一の温度を保つべし

固體は融解するとき容積を増大するものなれども氷、ビスマス、アンチモニー、鑄鐵等二三の物質は却て容積を縮小するものなり斯くの如き物體は凝固するとき容積を増大するものにてかの水の氷結するとき膨脹するは人の知るところなり凡そ凝固するとき膨脹する物體は鑄造に適するものにて鐵の鑄造に適し鉛の鑄造に適せざるは之の理によるなり

八一六、融解熱 固體が融解するときには多量の熱を吸収するものにて其の熱は毫も物質の温度を高むるにあらず全く状態を變化せしむるに費さるゝなり例へば零度の水一キログラムを融解して同温度の水となすに八十カロリーの熱

を要するが如し

### 八三、沸騰

フラスコに水を入れて熱すれば温度次第に上り或る温度に至れば水の内部より泡を發生し表面に至りて破れ水蒸氣となるを見る此の現象を沸騰といひ其の温度を沸騰點と名づく

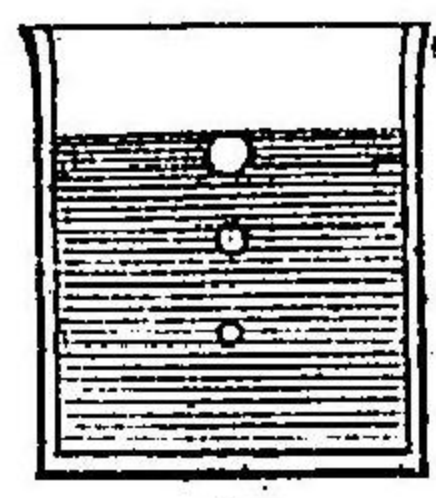
沸騰點は物質によりて異なり水は百度にて沸騰すれどもエーテルは三十七度にて沸騰するものなり沸騰點の表は附録に詳かなり

實驗、試験管に半ばエーテルを入れ六七十度に熱したる熱湯中に入るればエーテルは盛に沸騰すべし此の時寒暖計を管中に入れて沸騰點を測れ

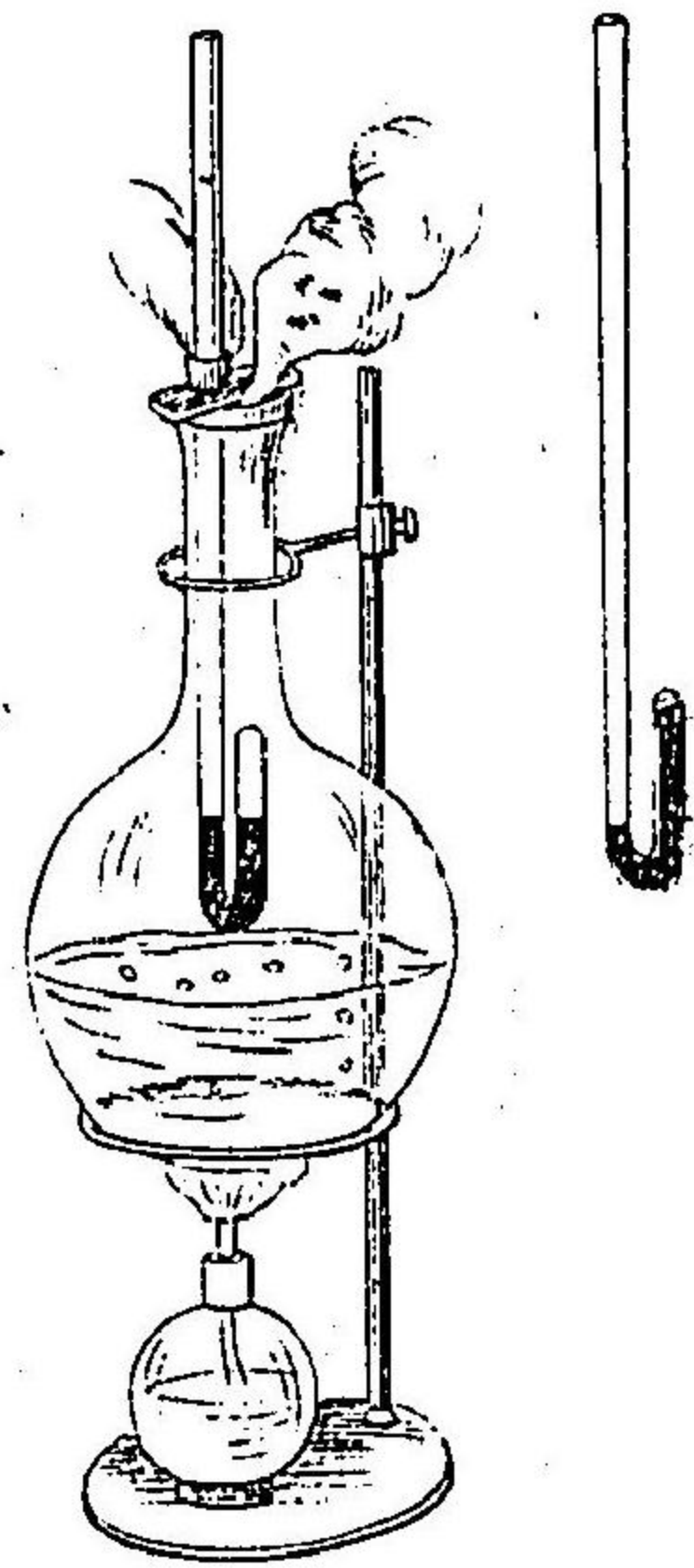
### 八四、沸騰點と壓力との關係 液體の沸騰するとき



發出する蒸氣の壓力は液面に受くる氣壓に等しきものなり  
 蓋し液の内部に發生したる蒸氣泡は氣泡より液面に至る液  
 柱の壓力と氣壓との和を以て壓せらるゝが故  
 に成立したる蒸氣泡の壓力は現に受くる壓力  
 に等しかるべく而して氣泡が上昇するにつれ  
 壓力を減ずるが故に次第に膨脹し液面に至れば氣壓に等し  
 き壓力を以て發出するなり

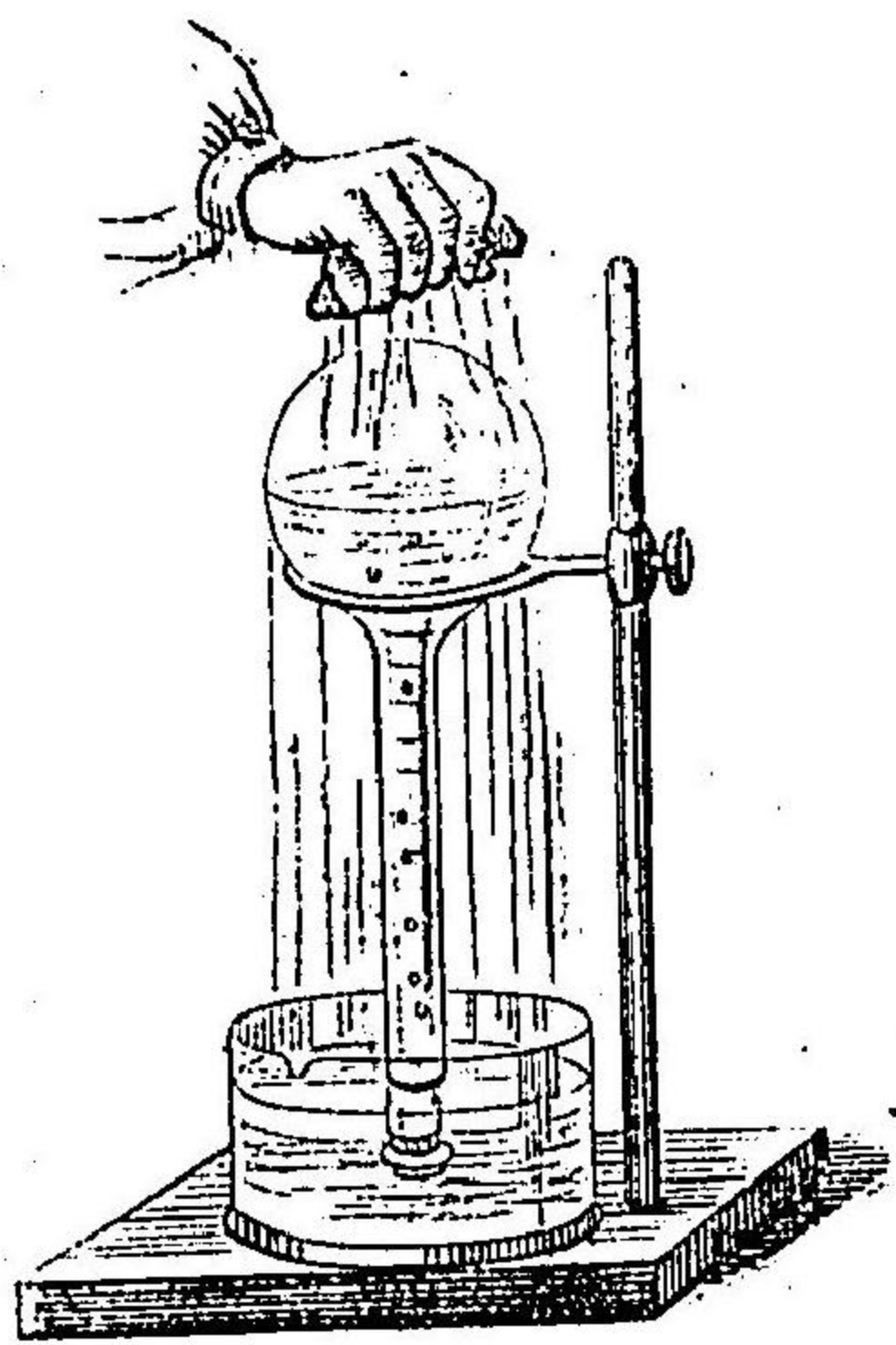


圖九七第



圖〇八第

實驗一 一端閉ぢたるガ  
 ラス管を曲げ水銀を短管  
 に充たし且短管の上部に  
 少許の水滴を入れたるも  
 のをフラスコに入れフラ



圖一八第

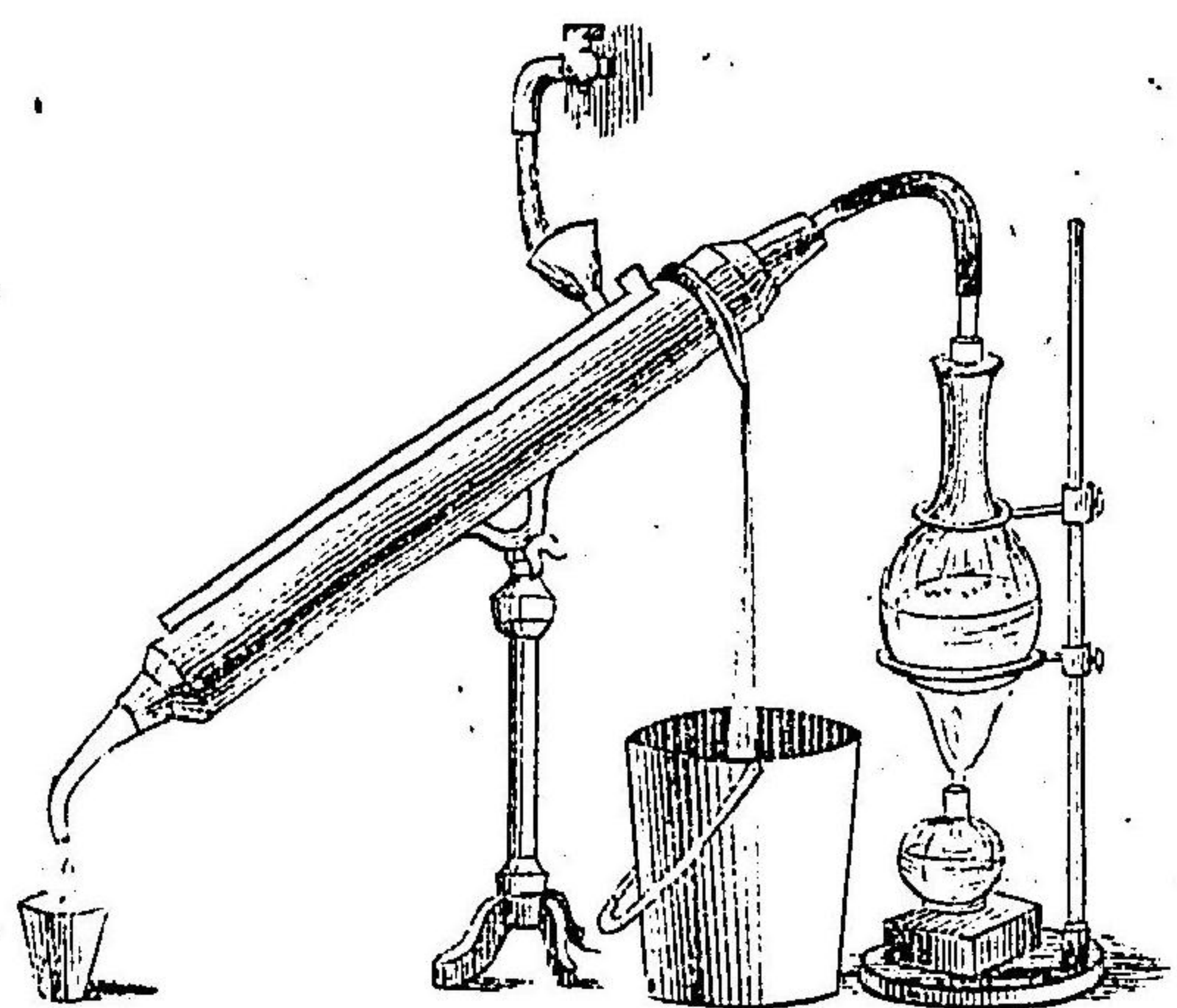
實驗二 一ピトケルに熱湯を入れ排氣機の鐘内に置き、排氣  
 すれば空氣の稀薄なるに従ひ  
 盛に沸騰すべし  
 實驗三 圓底のフラスコに半  
 ば水を入れて沸騰せしめ水蒸  
 氣がフラスコ内の空氣を排除  
 したる頃ゴム栓にて其の口を

スコの水を沸騰せしむれば短管内の水は沸騰して蒸氣とな  
 り水銀は降りて同高となるなり  
 斯く水蒸氣の壓力は液面に受くる壓力に等しきが故に液面  
 に及ぼす壓力の大小に従ひ沸騰點に差異なかるべからざる  
 なり



塞ぎ倒にして圖の如く水を注げばフラスコ内の湯は再び沸騰を始むべし之れフラスコ内の水蒸氣が水の注加により冷却して水となり壓力を減少したるに因るなり  
 高地にては低地よりも氣壓小なれば沸騰點は低下すべく富士山頂にては水の沸騰點は凡そ八十八九度に降るものなり  
 氣壓と沸騰點との關係は附録に掲げたり

**八五、氣化熱** 液體が沸騰點に達すれば盡く氣化し終るまでは如何に多量の熱を加ふるも溫度一定せるものにて其の間加へたる熱は唯狀態を變化せしむるのみ而して一キログラムの水が氣化するに要する熱量は五百三十七カロリーなりとす  
 氣體が冷却して再び液體に復するときには熱を放出するもの



第八二圖

にて其の熱量は當に吸収せし熱量に等し  
**實驗** 少量の水を入れたる試験管をエーテルを充たせるコップの中に入れフイゴにてエーテル中に空氣を吹き込み蒸發を盛ならしむれば試験管中の水は冷却して氷となるを見るべし  
**八六、蒸溜** 通常河井の水は種々の物質を含むが故に之れより純粹の水を得んとせば第八二圖の如くフラスコに水を入れて熱し沸騰せしむれば水蒸氣は他の物質を含まざ



るにより冷却して得たる水は純粹なるものなり此の方法を蒸溜といひ其の得たる水を蒸溜水といふ

七八、蒸發 液體は表面より斷えず蒸氣を發出するものにて沸騰の如く激甚ならざるも徐々に行はるゝものなり一定の温度にては空間を充たすべき水蒸氣の量は空氣の有無に關せず一定せるものにて其の定限に達するまでは蒸發して止まざるなり而して若し水蒸氣が定限に達したるときは蒸氣の密度及び壓力ともに最大に達したるものなれば之れを其の温度に對する最大密度及び最大張力といふ空間を充たすべき水蒸氣の量は温度の上昇するに従ひ著しく増加するものにて低温度のとき飽和したる蒸氣は温度の上昇と共に飽和せざるに至るものなり例へば零度のとき一

立方尺の空氣中に含み得べき水蒸氣の重量は〇・一四グラムなれども十度にては〇・二六グラム二十度にては〇・四九グラムなるが如し温度に對する水蒸氣の最大張力の表は附録に掲載せり

八八、露點 水蒸氣の最大張力は温度によりて著しき差異あるものなれば高温度のとき飽和したる(若しくは飽和せざるも)水蒸氣は温度の降下によりて凝結するに至るものなり例へば二十度のとき大氣中の水蒸氣の張力十五ミリメートルとせば同温度に對する最大張力は十七・三九ミリメートルなれば飽和せざれども若し氣温降下して凡そ十八度に至らば當に飽和に達すべく更に氣温を減ぜば餘分の水蒸氣は最早空氣中に存在すること能はずして凝結すべきが如し



斯くの如く水蒸氣の將さに凝結せんとする温度を露點といふ。大氣中に含む水蒸氣の張力と其の温度に對する水蒸氣の最大張力との差大なるときは乾燥せりといひ之に反して小なれば濕潤せりといふ。

八九

露、霜

夏秋の候晨に草葉に露を見るは皆人の知るところなり蓋し晝間熱せられたる地面若しくは物體は夜間斷えず熱を大空に輻射するが故に次第に冷却すべく而して空氣は惡しき輻射體にて熱を失ふこと少なければ物體に近接せる大氣中の水蒸氣は冷却せる物體の爲めに冷却せしめられ若し露點以下の温度に降れば物體の上に露を置くに至るものなり若し露點が氷點以下なれば氷結して霜となる。

なり

霜露の生成は天氣の状態により左右せらるるものにて晴夜は熱の輻射を妨ぐるものなければ露を生じ易く之れに反して曇りたるときは雲は熱の輻射を妨げ従つて露を結ぶことなし又風は微なるときは却て地面の冷却を速かならしむるも強き風は大氣の全層を混ぜしめて露の生成を妨ぐるものなり。

九氣

雲、霧、雨、雪

大氣の温度が露點以下に降れば大氣中の水蒸氣は凝結して雲又は霧となるものなり霧は水蒸氣の地面に近く現れたるとき雲は高く空際に生じたるどきの名なり。

雨は雲をなせる水滴の集りて適當の大きさとなりて降下せる



ものをいひ雪は水蒸氣の氷結したるものにて其の生成の理は雲雨と異なることなく唯露點が氷點以下なるのみ

二二六

設問、一二

- 一、沸騰と蒸發との差異如何
- 二、高山の頂にては飯のよく熱せざるは何故なるか
- 三、各日室内に燈爐を入るとき若し水分の供給なければ如何なる結果を生ずるか
- 四、大氣中の水蒸氣の源如何
- 五、蒸發面の廣狹は蒸發する水の分量と如何なる關係あるか
- 六、覆ひをなせば露又は霜を生ぜざるは何故なるか

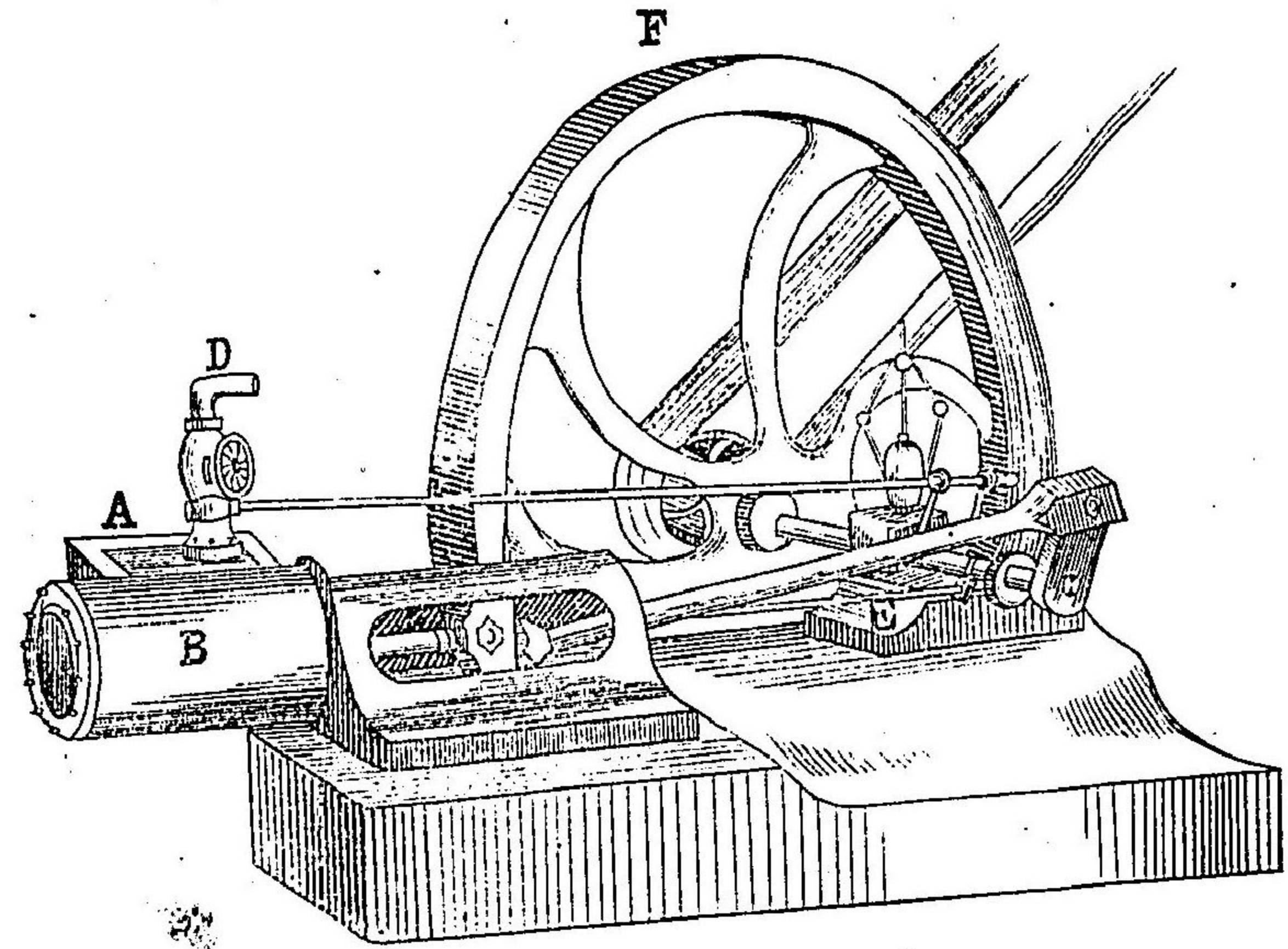
第五章 蒸氣機關

九一、熱と機械的動作との關係 機械的動作が熱に

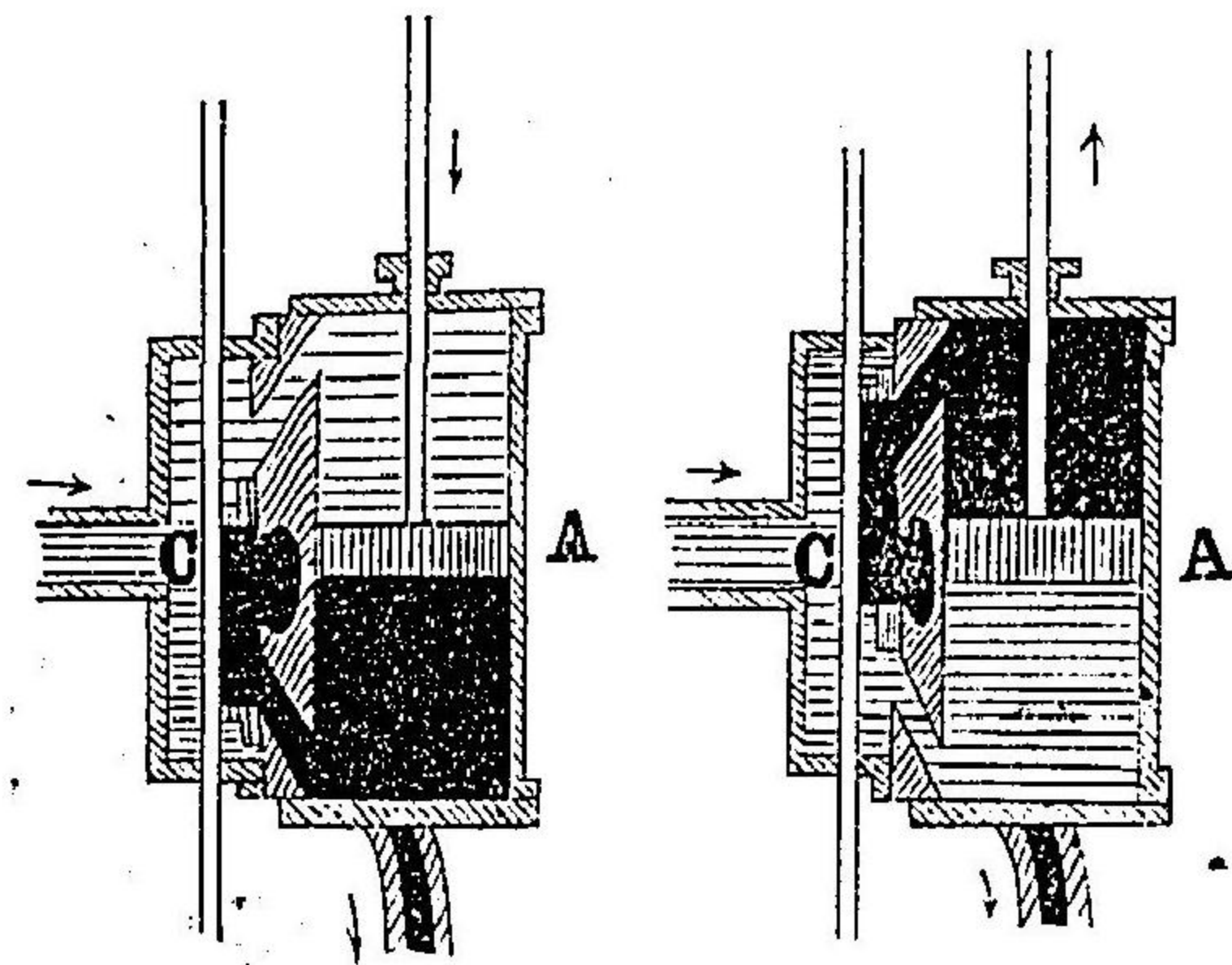
變ずることは既に述べたるところなるが熱は又之れを機械的動作即ち運動に變ぜしむるを得べし而して相互の間には定量上の關係ありて精細なる測定の結果によれば熱の一カロリーを盡く運動に變ぜしむれば一キログラムの重量を四百二十四メートルの高さに上ぐるを得るなり此の數量をジュール氏の熱の當量といふ

九二、蒸氣機關 蒸氣機關は水を熱して蒸氣に變ぜしめ蒸氣の壓力を利用したるものなり第八三圖甲は蒸氣機關の全部を示したるものにて蒸氣は蒸氣釜より管Dを経て先づ配分器Aに入り第八三圖乙に示したる如く滑瓣Cの運動により蒸氣は交互に汽筒Bに入り以てピストンを運動せしめピストンの運動は更に廻轉運動に變ぜしめらるゝなり而





(甲)



(乙)

第三八圖

して滑瓣は離心杵Eによりて廻轉の軸に連結せるが故に軸の廻轉に伴ふて前後の運動を生ずるなり但し滑瓣の運動は毎にピストンの運動と方向を異にす  
 廻轉の軸は錘車Fを有す錘車は大なる重量を有する車にて汽罐に動力を與ふるものなり蓋しピストンの運動が汽筒の兩端に達したるときは蒸氣は毫もピストンの運動を起す力なけれども錘車は運動の惰性により廻轉を持續せしむるものなり且錘車は車の運動をして整齊ならしむる効あり  
 軸の廻轉は調革の助によりて之れを他に移し以て諸般の動作を營ましむるを得るなり



第五編 光

第一章 光の波及

九三、光の性質 鐵片を火中に投じて熱すれば温度の昇るに従ひ赤色の光を放ち終には白き光を發出するに至る凡そ物體は熱せらるれば其の分子の振動急速となるもの故強熱して自ら發光するに至れば振動は一層急速となるものなり

斯く光の發光體の分子の劇しき振動より生ずるものとせば之れを吾人の眼に傳達する媒介物なかるべからざること猶發音體の振動を耳に傳達するものと必要なるが如し而して光は空氣によりて傳達せられざることとは光が眞空中をも何

等の障碍なくして通過し得る事實によりて明かなれば必ずや他に其の物なかるべからず普く物理學者の信憑する説に據れば宇宙間にはエーテルと稱する(五官によりて認識すべからざる)もの瀰漫し發光體の分子の振動を遠く波及するものとせり

物體にはよく光を通過せしむるものと然らざるものとあり空氣、水、ガラス等の如きは前者の例にして之れを透明體といひ金、石、土塊等は後者の例にして之れを不透明體といふ

九四、光の直行 暗室内にて戸隙より洩るゝ光の進路を見れば光は直線に進行するを認むべし又發光體と眼との間に小孔を穿てる小板を置けば發光體と小孔と眼とが一直線をなすときのみ眼は光を認むるを得るなり



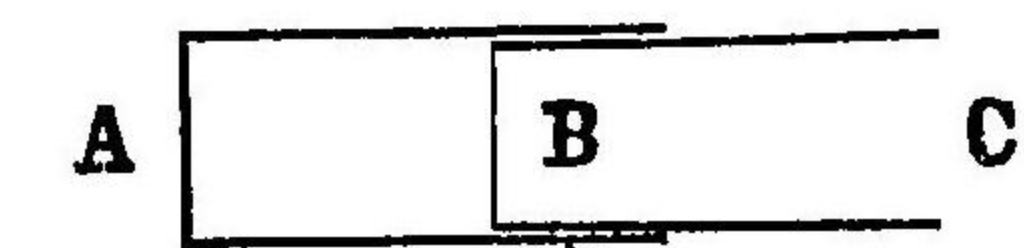
斯く光は直線に進行するが故に若し光の行路に當り不透明體を置かば光は遮られて後部に陰影を生ずべし

### 九五、小孔の倒像

戸隙より光が暗室内に洩るとききは外部庭園の景色が倒に室内に映ずるところあり之れを實驗すること容易なり

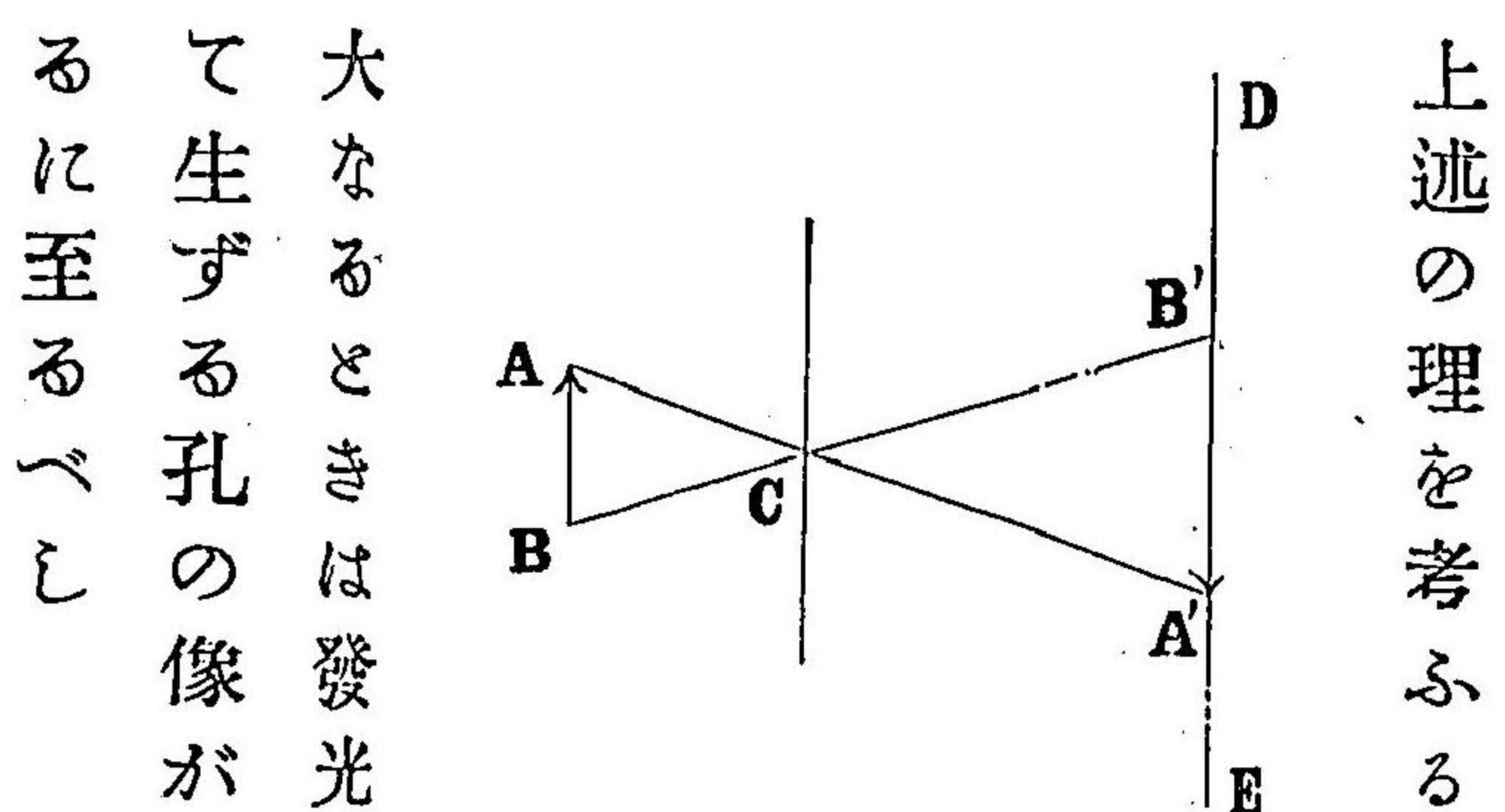
實驗、一 暗室内にて燭火と衝立との間に小孔を穿てる厚紙

を置かば衝立に燭火の倒に映ずるを見るべし



第八四圖

實驗、二 厚紙にて第八四圖の如くぬきさし自在なるものを作り外筒の一端Aに黒く塗りたる紙を張り中央に針にて小孔を穿ち内筒の一端Bに薄き紙を張るべし而してA端を外方に向け一端Cより之れを覗けば外部の景色Bの紙上に映ずるを見る



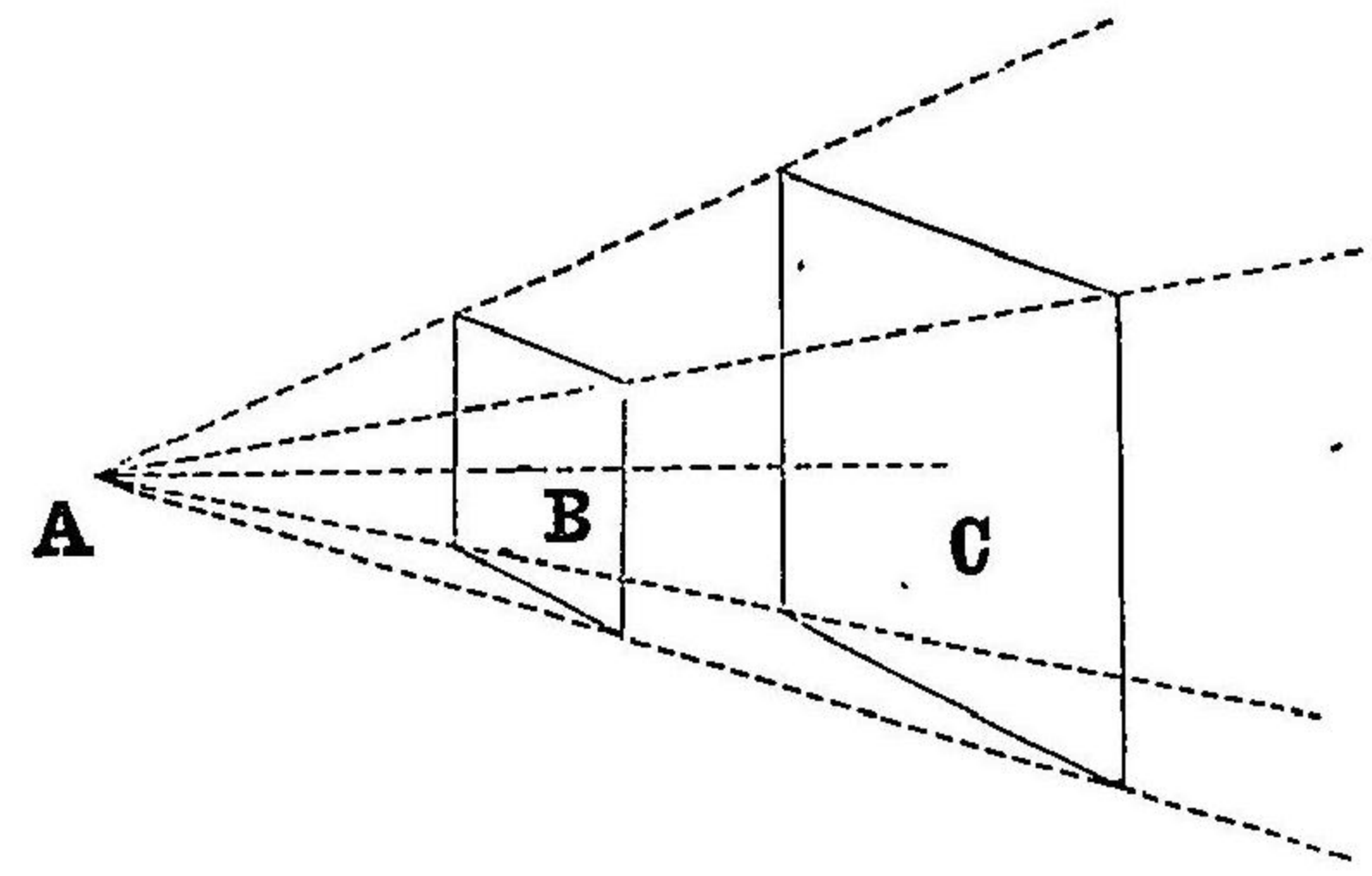
第八五圖

上述の理を考ふるにCを小孔としDEを衝立としABを發光體とせんに發光體の一點Aより發したる光は小孔Cを通過して衝立上A'に孔の像を映しB點より發したる光は同様に衝立にB'の孔の像を映すべく發光體の他の點よりする光も夫々衝立上に孔の像を映し以て發光體の像は形成するものなり然れども孔の形大なるときは發光體の異なりたる部分より發する光によりて生ずる孔の像が互に重り合ふが故に物體の像を現出せざるに至るべし

### 九六、光の強度

光は距離の遠近によりて強度を異に





第八六圖

するものにて第八六圖に示す如く發光體Aより一尺の所にB板を置けば光は遮られて二尺の所Cにては其の陰影B板の四倍の面積を占むべし故に一尺の所に於てB板を照らす光の量は二尺の所にありては當に其の四倍の面積を照らさざるべからず従つて光の強度は四分の一となるべきなり」

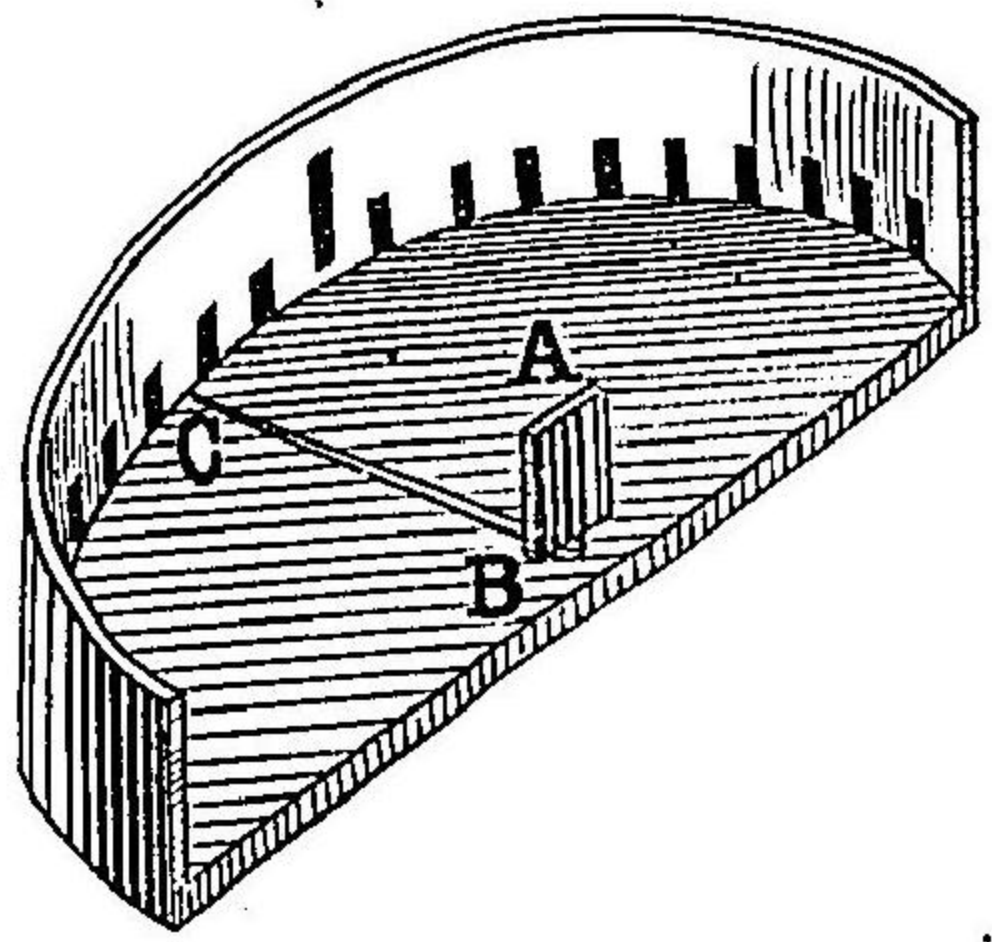
光の強度は距離の平方に反比例す

光の速度は之れを音の速度に比すれば非常に大なるものにして始めて光の速度を發見したるは丁抹の天文學者レーメル氏なり其の後フイゾー氏及びフー

コー氏等各異なりたる方法によりて測定したる結果によれば光の速度は一秒時に凡そ七萬六千里なり

### 第二章 光の反射

九八、光の反射 光は音と同じく其の進路に障害物あれば反射するものなり而して投射角と反射角と相等しく且

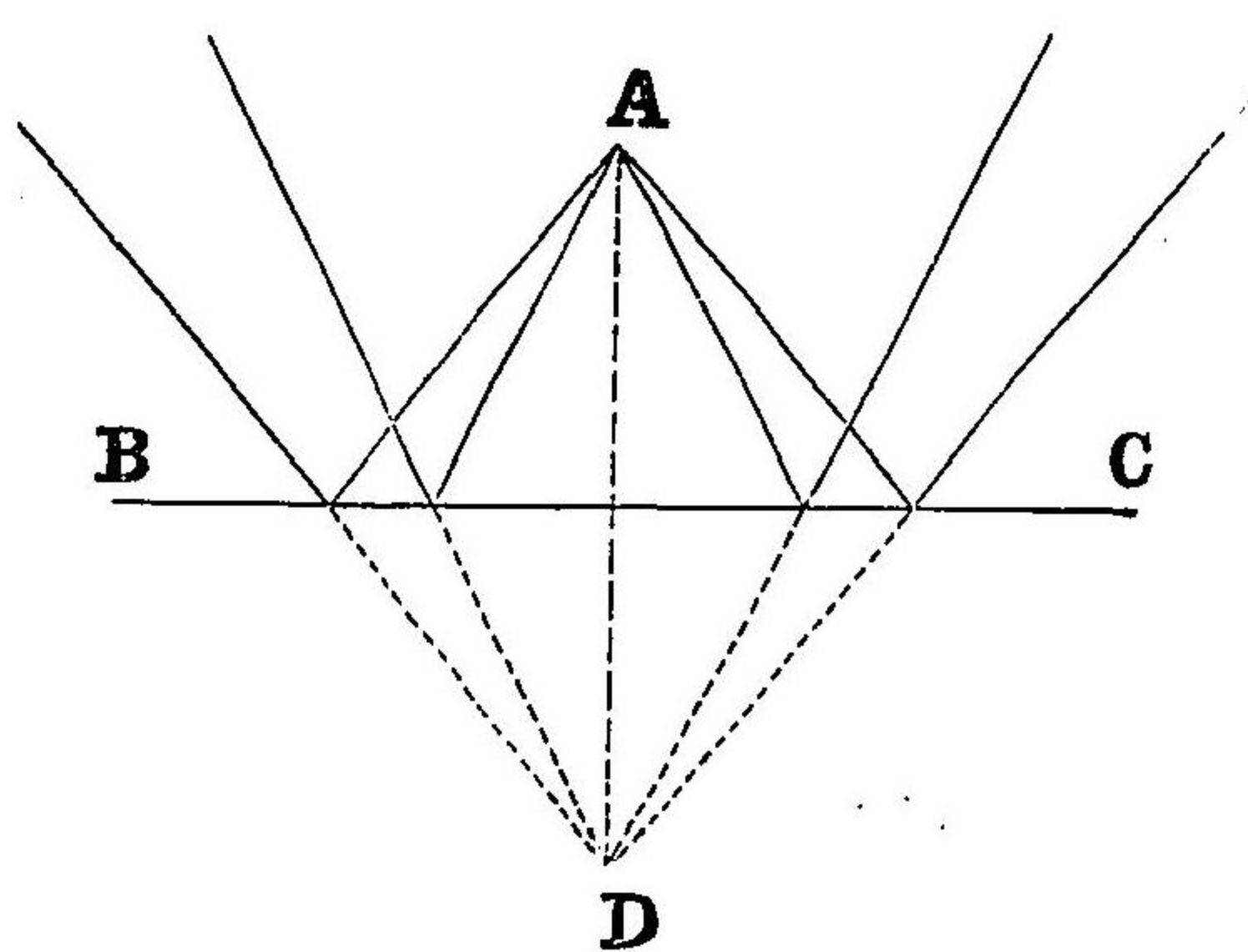


第八七圖

同一平面内にある等音の反射の法則と異なるなし

實驗、第八七圖は金屬製の半圓形の函にして其の邊緣の内面に中央より左右に度を劃したるものなり而して中央零度の所にある細長の孔より光を送り以





第八八圖

てAの鏡に受けしむ鏡Aは自由に廻轉し得べきものにて指針BCは鏡面と垂直をなし鏡と共に廻轉するものなり  
 今指針をして零度を指さしめ光を受くれば光は垂直に投射するが故に光は全く元の方向に反射するを見れども若し鏡を廻轉し指針を十五度の所にあらしむれば反射光は三十度の所にあるを見るべし  
 九九、平面鏡 光點Aより平面鏡BCに投射し反射したる光線を鏡の背後に延長すれば皆同一点Dに會し恰も反射光線は背後の一点

Dより來射せるが如し故に鏡に對するときは光點は恰もDにある如く見ゆるものなり而してD點と鏡との距離は光點と鏡との距離に等し

平面鏡に映ずる像は實物と右左を異にし且其の大きさは實物の大きさに等しきものなり

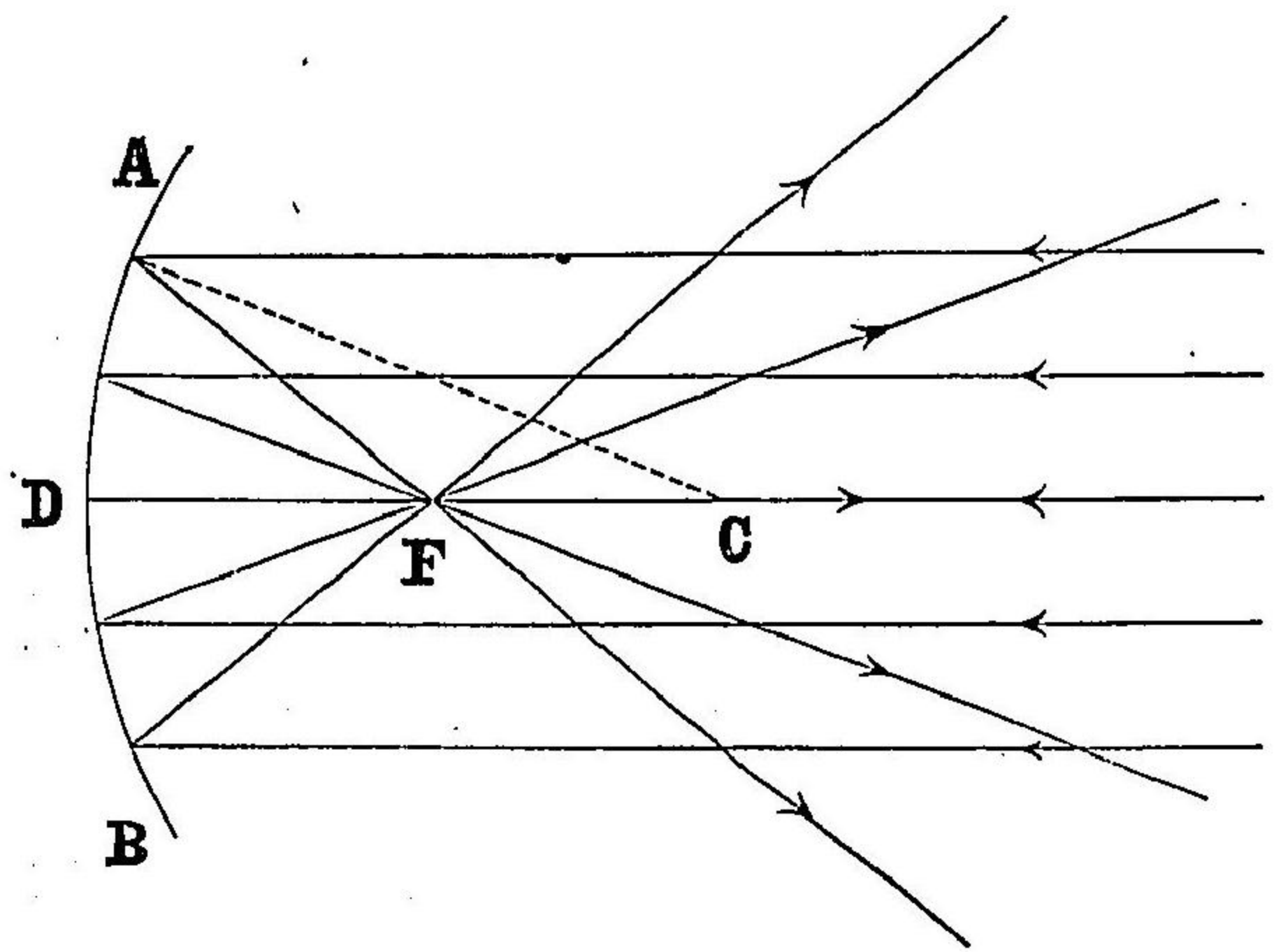
實驗一 平面鏡に本の文字を映し左右相反すること大きさの等しきこと距離の等しきこと等を見よ

實驗二 一二枚の平面鏡を互に平行に置き其の間に點火せる蠟燭を置きて其の映像の數を見よ

一〇〇、凹面鏡 凹面鏡は鏡面が球面の一小部分と見做し得べきものにて其の中心は鏡の前面にあり之れを鏡の中心といふ

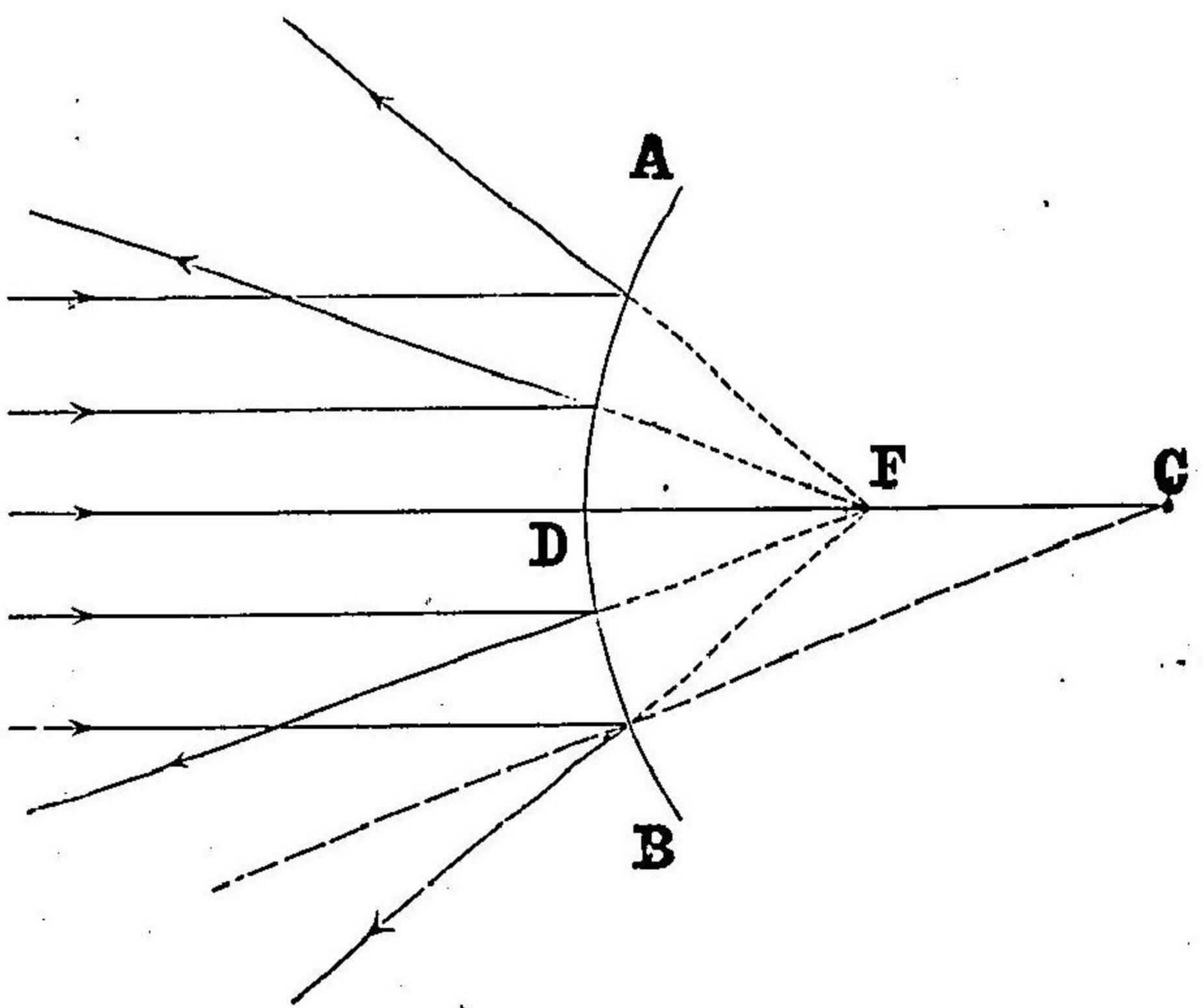


實驗、凹面鏡を正しく太陽に向はしめ光線を鏡面に受くれ  
ば光線は鏡面より反射して殆ど一點に集合すべし之れに紙



片若しくは燃焼し易き物體を置  
けば發火するを見る此の點を正  
第 焦點といふ正焦點は鏡の中心と  
八 鏡面の正中との中央にあり  
鏡面の正中Cを鏡の中心とし鏡  
九 鏡面の正中Cを鏡の中心とし鏡  
面を太陽に正對し光を受ければ  
光線は(太陽は距離甚だ遠きが故  
に鏡面に來射する光線は平行と  
見倣すを得べし)平行に來射すべ

し而して鏡の中心を過ぐる光線は垂直なるが故に元の方向  
に反射すべく其の他の光線は鏡の中心より引ける垂直線と



等角をなして反射し一點F  
に集合するなり  
第一〇一、凸面鏡 凸面  
鏡は鐘面凸にして凹面鏡の  
如く球面の一小部分と見倣  
し得べきものなり  
實驗、凸面鏡の表面に太陽  
の光線を投射せしむれば光  
線は反射したる後發散すべ  
し



第九〇圖のABは凸面鏡にしてCは鏡の中心Dは鏡面の正中とす太陽の平行光線鏡面に投射し反射したる後は發散し之れを後方に延長すればF點に會合するなり此の點を正焦點といひ鏡の中心と鏡の正中との中央にあり

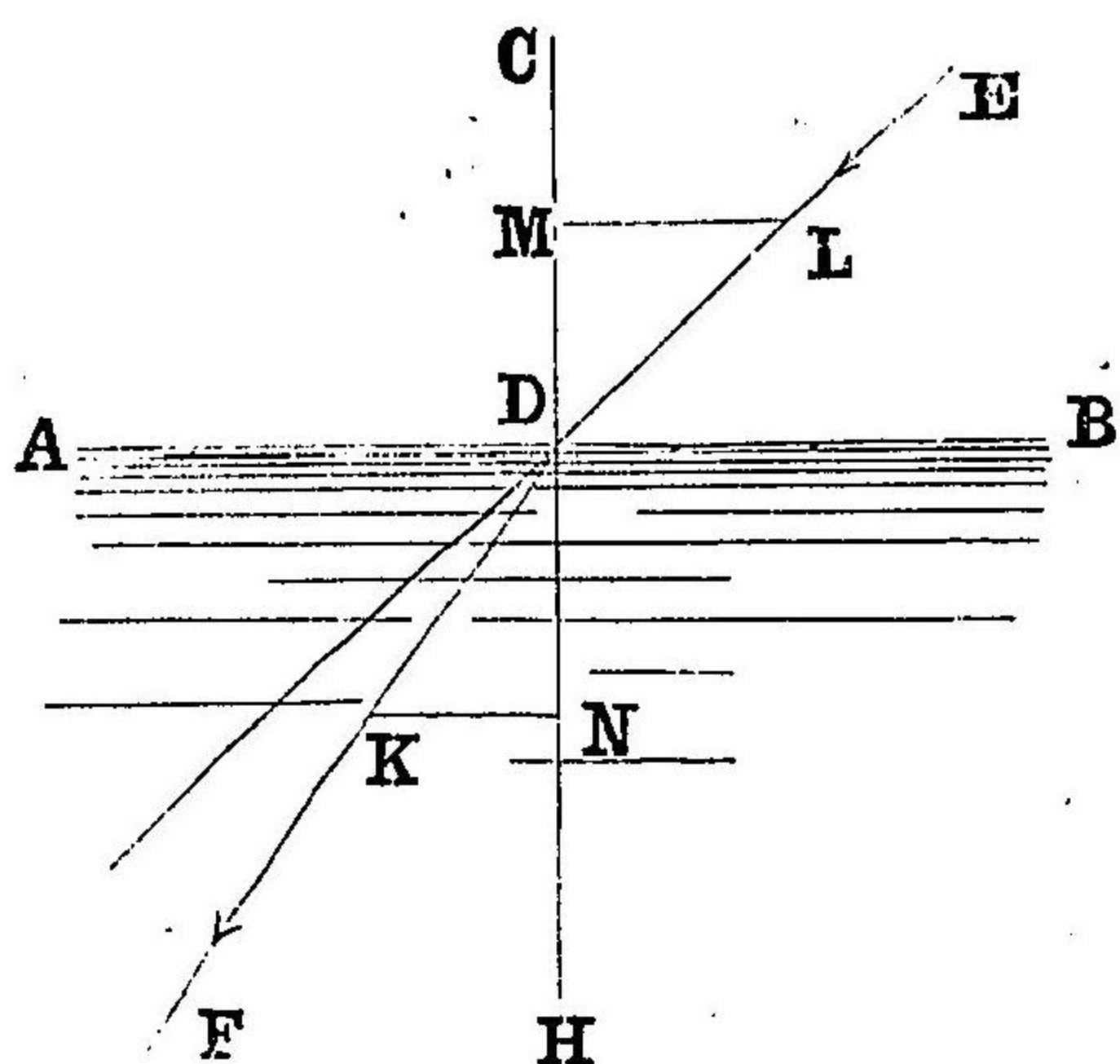
一四〇

設問、一三

- 一、葉の繁りたる樹陰に圓形の光の斑點を見ることあるは何故なるか
- 二、池の端にある樹木が水の面に倒に映ずるは何故なるか
- 三、小供の玩具に百色鏡といふものあり其の組立は如何になり居るかを考へよ

第三章 光の屈折

一〇二、光の屈折 光が透明體の表面に反射すれば一



第九一圖

部分は表面より反射するも一部分は其の中に入り込むものなり而して投射する光が其の界面に垂直なれば光は方向を變ぜざるも若し斜に投射すれば界面に於て方向を變ずるものなり之れを光の屈折といふ

第九一圖のABを空氣と水との界面としEDを空氣中に於ける光線の方角とし光がDに投射したりとせば光線はDに於て屈折せられてDFの方角をとるべし而してDに垂直線CDHを作れば角CDEを投射角といひ角FDHを屈折角といふ光線が疎なる物件の内より密な



る物體中に入り込むときは屈折角は投射角より小なり之に反して密なる物體より疎なる物體に入るときは屈折角は投射角より大なり

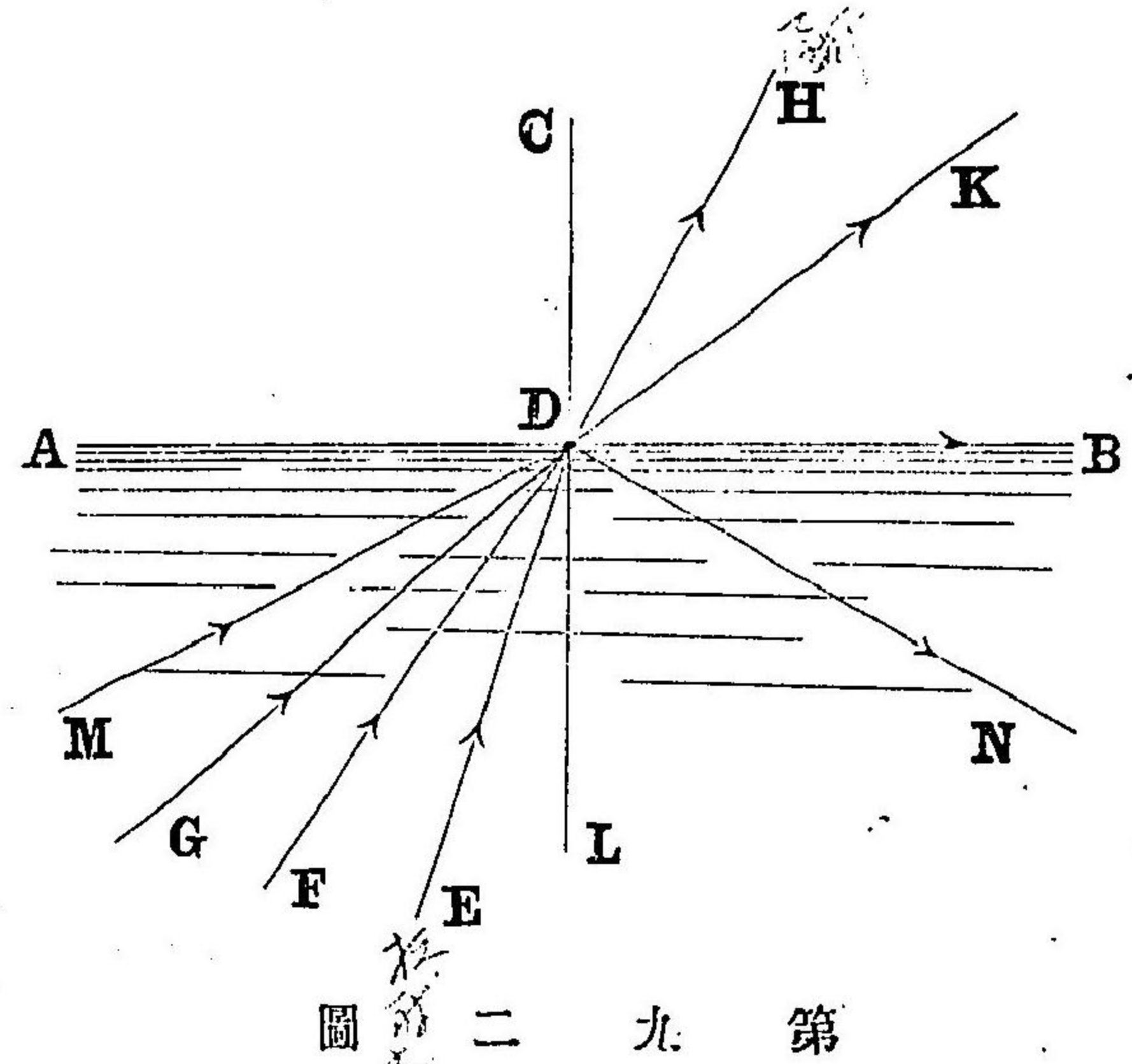
第九一圖のDより投射線及び屈折線を任意の等しき長さに切り之れをDL DKとしL及びKより垂直線CHに垂線LM KNを作ればLMのKNに對する比は定まりたる二物質間にては投射角の大小にかゝはらず一定したるものなり此の比を名づけて屈折率といふ空氣と水との場合には凡そ三分の四空氣とガラスとの場合には凡そ二分の三なり

**實驗一** 茶碗に銅貨を入れ置き茶碗より後に引き去り銅貨の見えざるに至りて茶碗に水を入れるれば銅貨は再び見ゆるに至るなり

**實驗二** 一桶に水を入れて棒を垂直に水中に立てて見れば何等の變りも見えざれども若し斜に水中に入れて見れば棒は界面より折れたるが如く見ゆべし

一〇三三 **全反射** 光が疎なる物體より密なる物體に入るとき投射角を次第に大ならしむれば屈折角も亦之れに應じて大となるべし而して屈折角は投射角より常に大なるが故に投射角が九十度に達せざるに屈折角は既に九十度に達するに至るべし第九二圖のCDLを空氣と水との界面ABの垂直線としEDを水中よりの投射光線とせば空氣中に出でくDHの方向に屈折すべくFDの方向より投射せばDKの方向に屈折し次第に投射角を大にしGDを投射光線とせば屈折光線は當に九十度の角度をなし界面と一致するに至るべし此の限界を

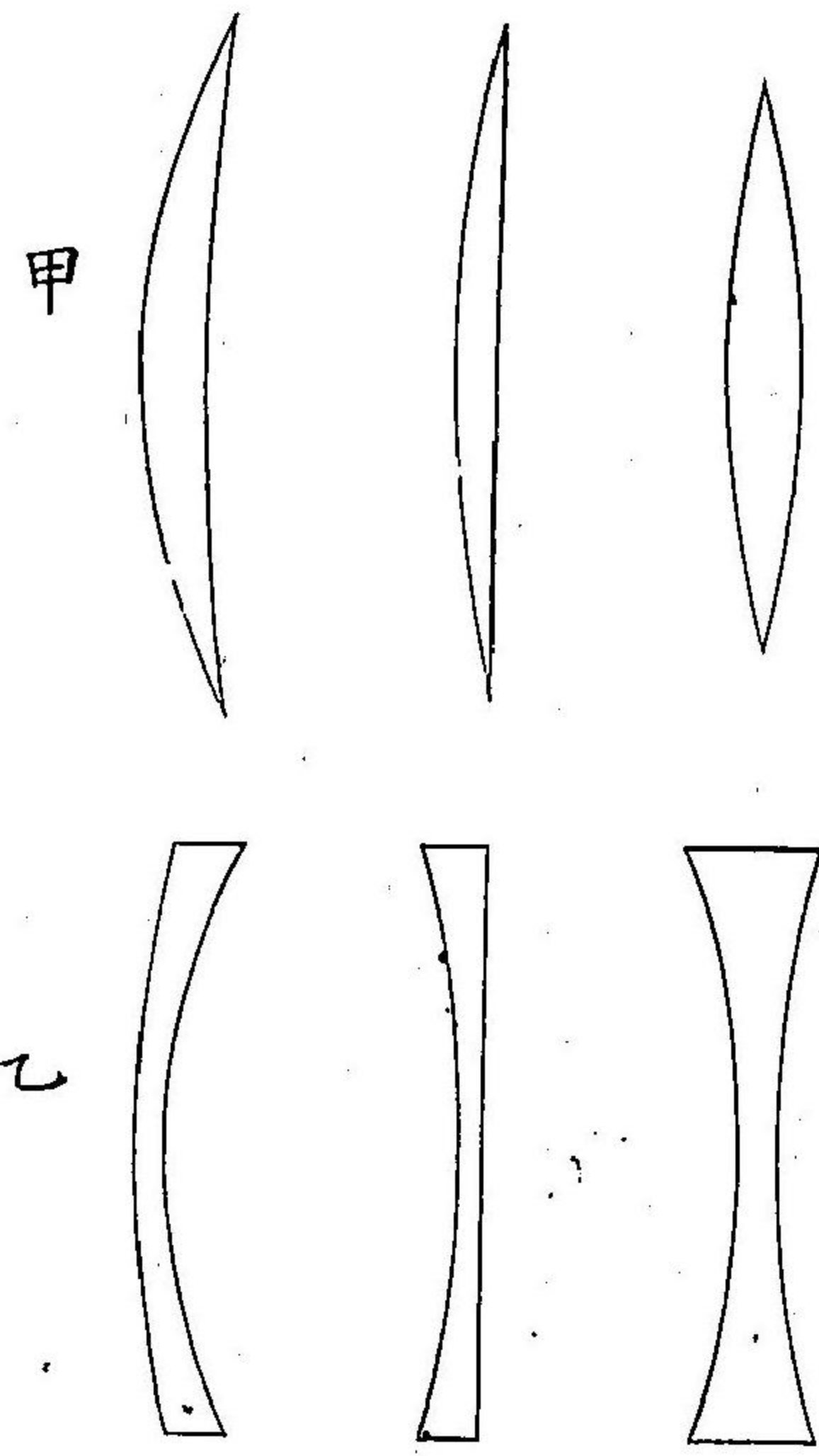




第九圖

全反射といふ  
 實驗一 コップに水を入れ水面下より斜に水面を見よ水面

限界角といふ故に投射角が限界角より大なるときは光は最早空氣中に出づること能はず界面より反射の法則に従ひて反射するなり例へば投射光線MDは限界角より大なるが故に角MDLに等しき角LDNをなしてDNの方向に反射するが如し而して此の場合には殆ど全く光の全量を反射するが故に之れを

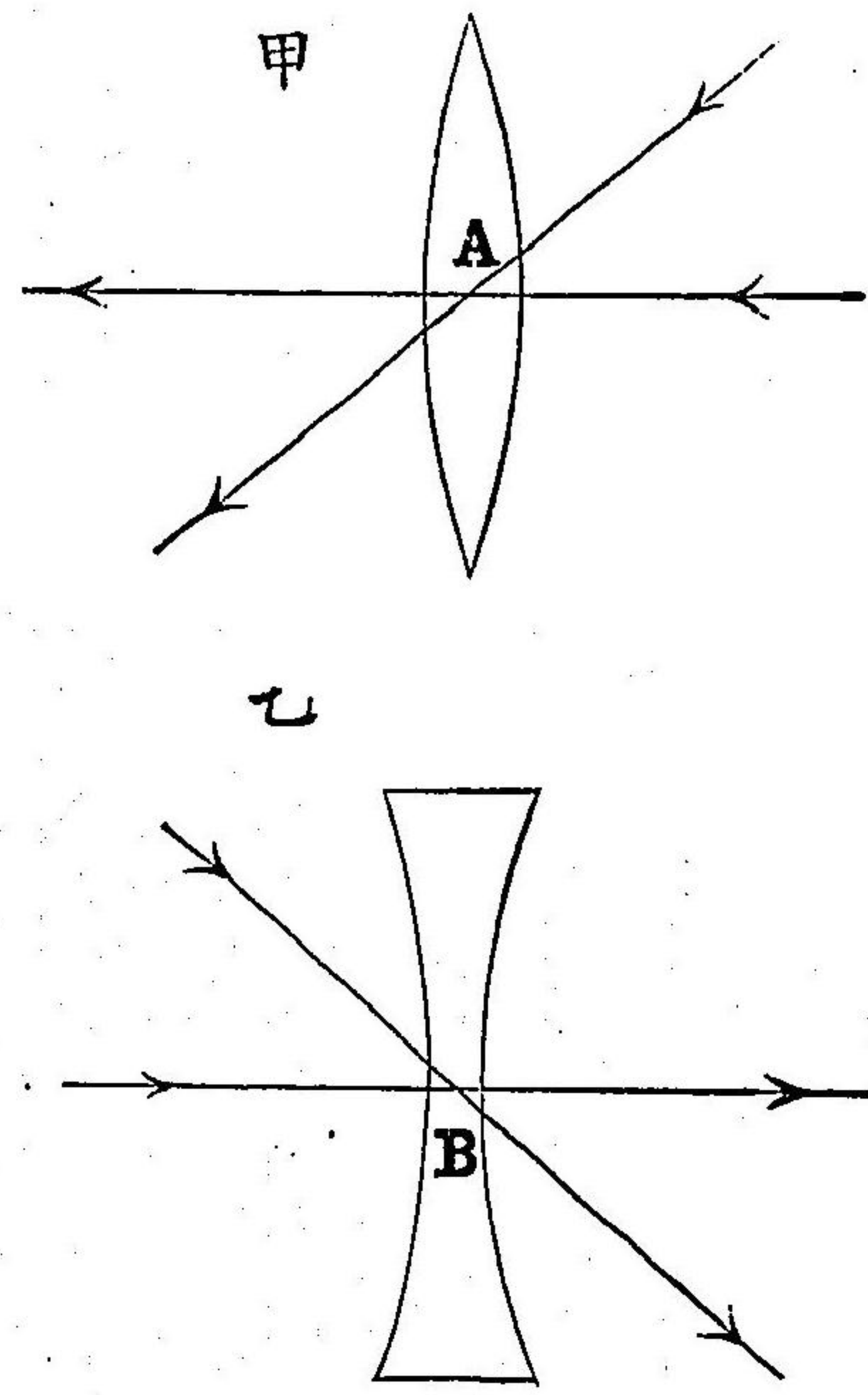


第九圖

鏡の如く輝くを見む又棒の一端を水中に入れば棒の水中にある部分が水面にうつりて見ゆべし  
 實驗一 コップに水を入れ空虚の試験管を其の中に入れよ試験管の水中にある部分は著しく輝きて鏡の如くなるを見む次に其の中に水を入れて試みよ

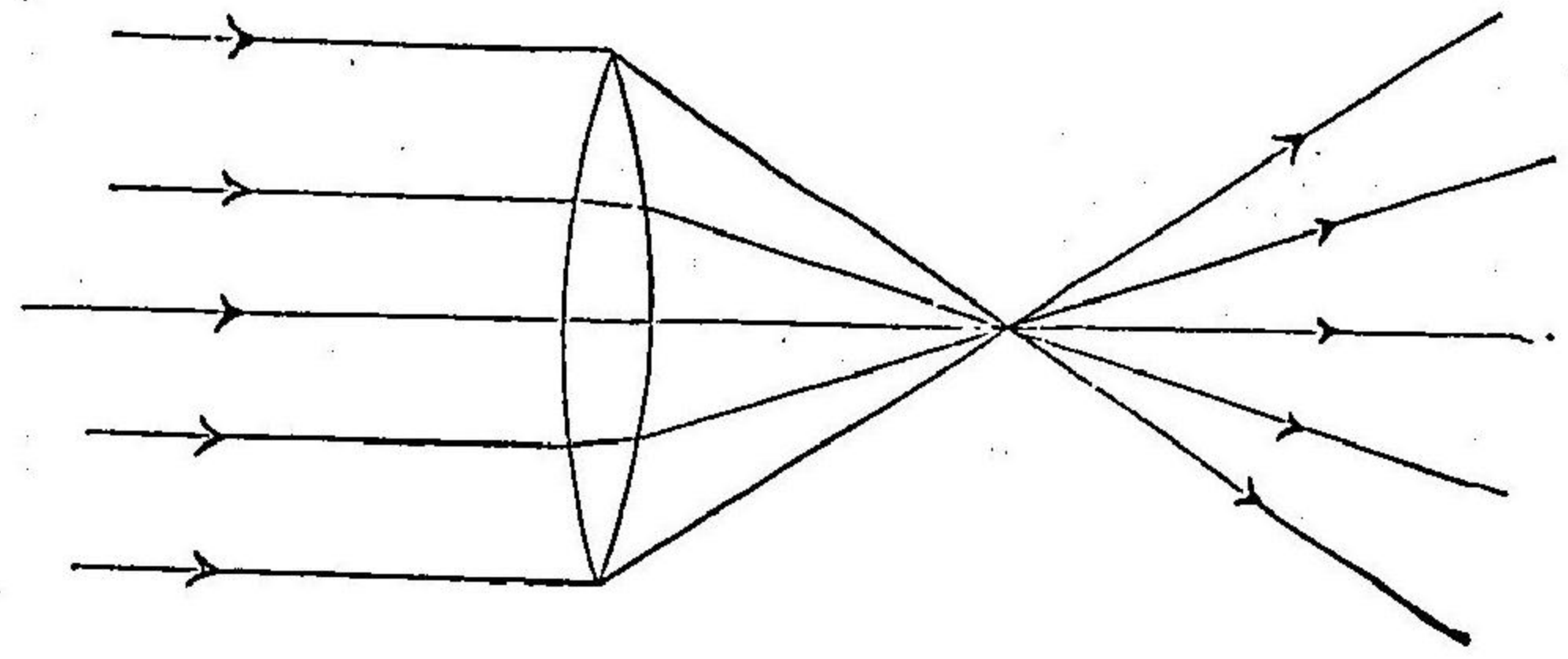
一〇四、レンズ  
 レンスは凸および凹の二種あり凸レンスは周縁より中央に進むに従ひて厚く凹レンスは中央より周縁に至るに従ひて厚し





第九圖

第九三圖はレンズの截り口を示したるものにて甲は凸レンズ乙は凹レンズの種類を示したるものなり  
 レンズに光を投射すれば光は屈折するものなれどもレンズの或る一點を透過する光線は方向を變ぜざるものなり例へば双凸レンズ(第九四圖甲)及び双凹レンズ(同上乙)の中心A、Bを通過する光線は其の方向の如何に關らず屈折することなく投射の方向に射出するものなりレンズの斯くの如き點を光心と稱すレンズの表面



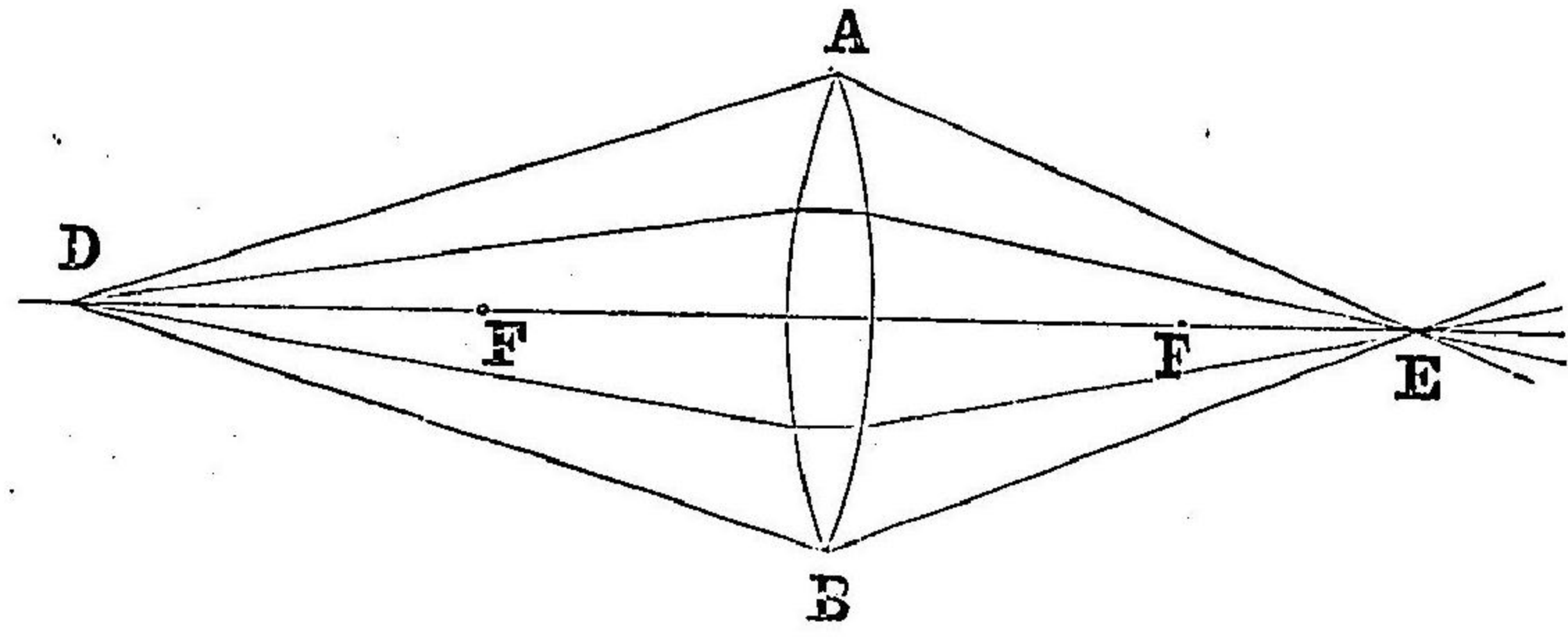
第九圖

は球の表面の一小部分にして其の彎曲の中心と光心とを過ぐる直線をレンズの正軸といふ

一〇五、凸レンズ 實驗一凸レ

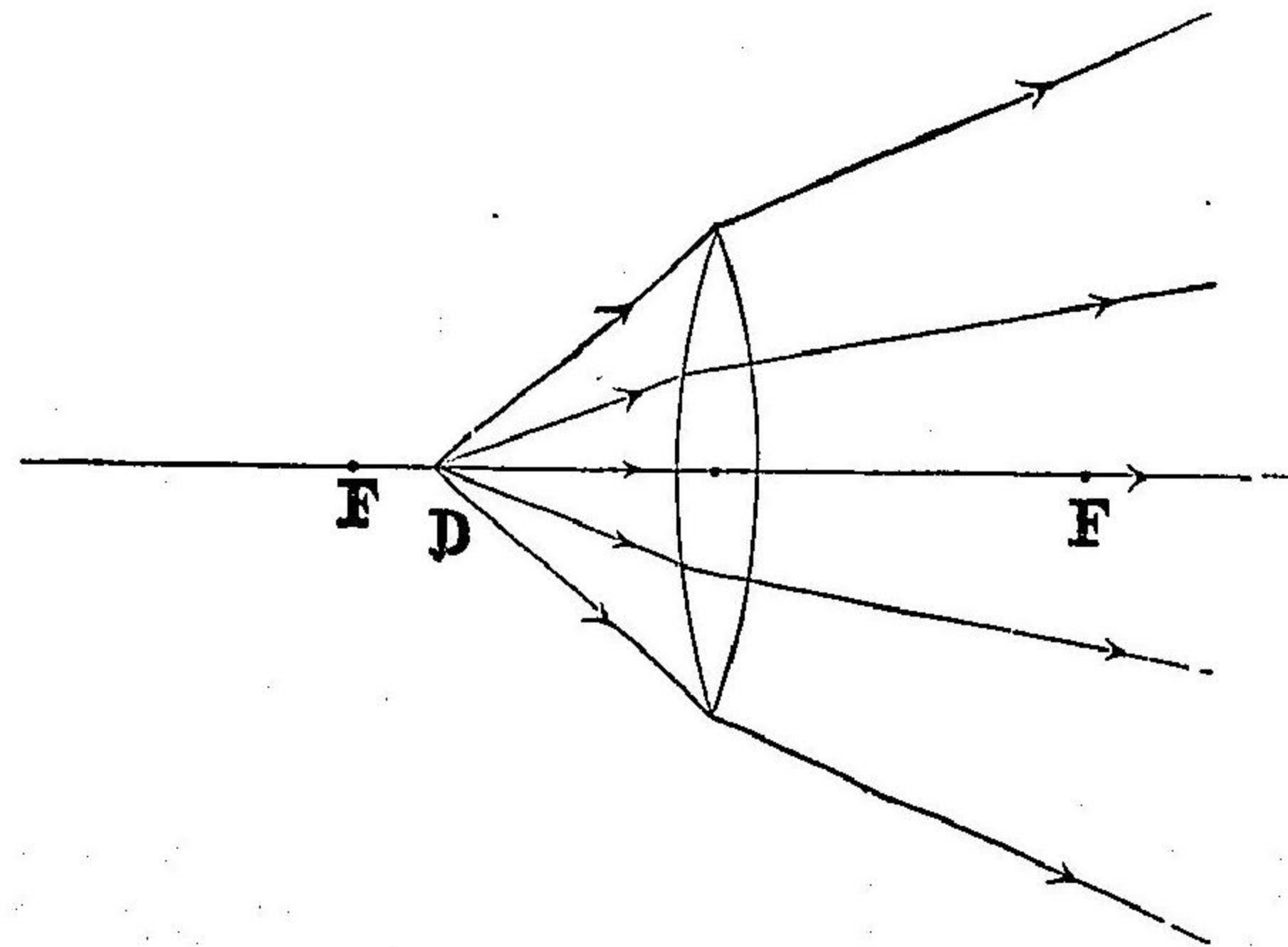
レンズの正軸を太陽に向かはしむれば平行光線はレンズに投射して屈折せしめ他側の一點に於て集合すべし若しこの點に紙片若しくは燃え易き物體を置けば忽ち燃焼すべし此の點を正焦點といふ正焦點はレンズの兩側にあり  
 第九六圖のABを凸レンズとしFFを正焦點とし光點を正焦點外の一Dに置けば光は發散してレンズに投射し屈折





第九圖

して正焦點外の一<sup>一</sup>點Eに集合するを見る  
 若し光點を正軸に沿うてレンズに接  
 近せしむれば像は次第にレンズに遠ざ  
 かり光點を正焦點に來らしむれば光線  
 はレンズを通過したる後平行光線とな  
 り集合することなし尙光點をレンズに  
 近づくれれば發散すること第九七圖に示  
 すが如し  
 斯くの如く光點の位置によりて像の生  
 ずる位置異なるのみならず像の大小に  
 も變化あるを見る即ち像が正焦點外に  
 生ずる場合は何れも倒立せる實像にし

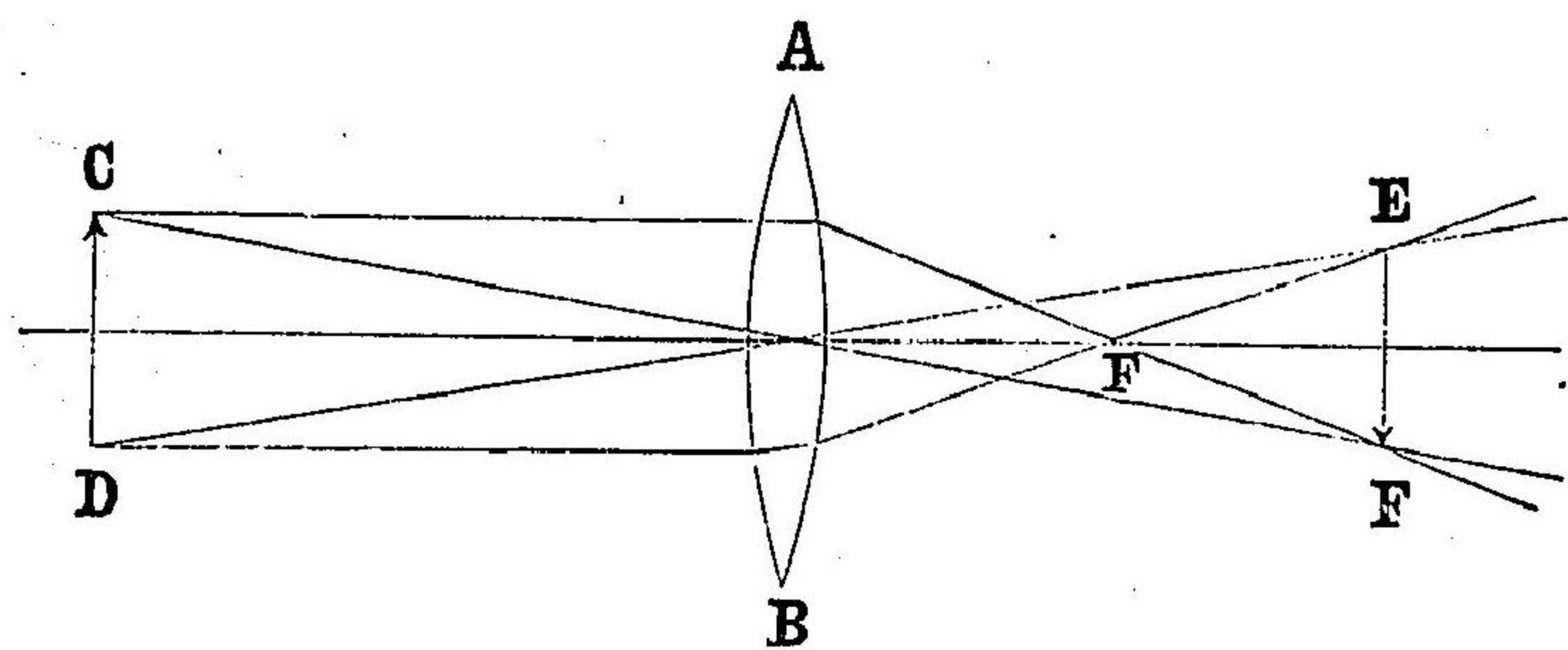


第五編 光 第三章 光の屈折

第九圖

て且正焦點を遠ざかるに従ひて益々大となり又物體を正焦  
 點内に置きたる場合はレンズの  
 他側に像を生ずることなく却つ  
 て他側より見れば物體と同方向  
 に正立したる大なる虚像を見る  
 なり  
 實驗、一燭火の位置を變更して  
 像の生ずる位置及び像の大小等  
 を見よ  
 凸レンズによりて生ずる像を作  
 圖法にて求めむとせば第九八圖  
 の如く物體の一<sup>一</sup>點Cより發する



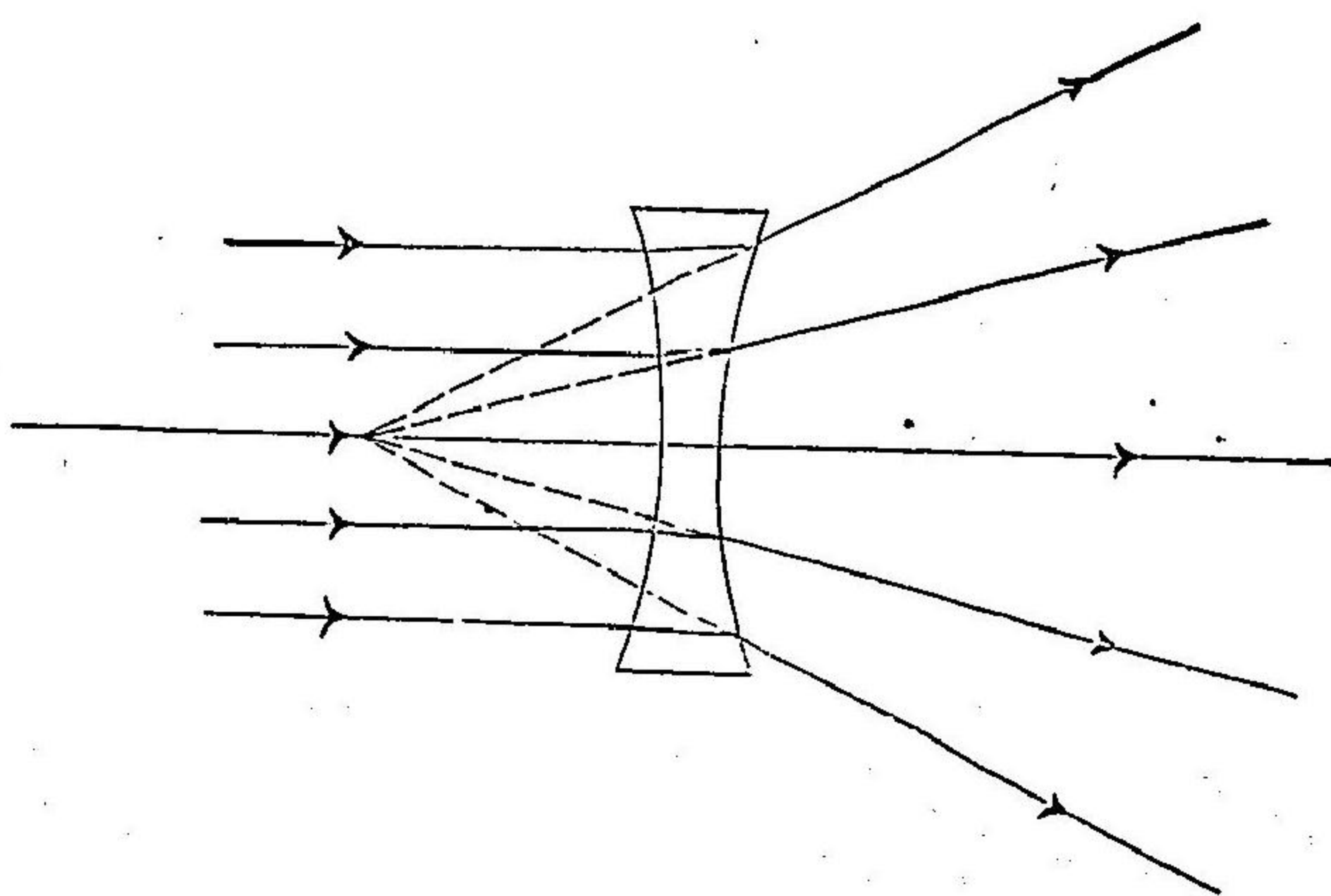


第九圖

光線中正軸に並行するものと光心を過ぐるものときをとりときはCより發出したる光線は圖に示す如くFに集合すべく同様に物體の他の點Dよりする光線はEに集合するが故にEFは物體の像の位置と大きさを示すものなり

一〇六 凹レンズ 凹レンズの正軸を太陽に向かはしむれば光線は屈折せしめられレンズを出づる後發散第九圖し之れを後方に延長すれば一點に集合すべし此の點を正焦點といふ物體若しくは發光體を凹レンズの一侧

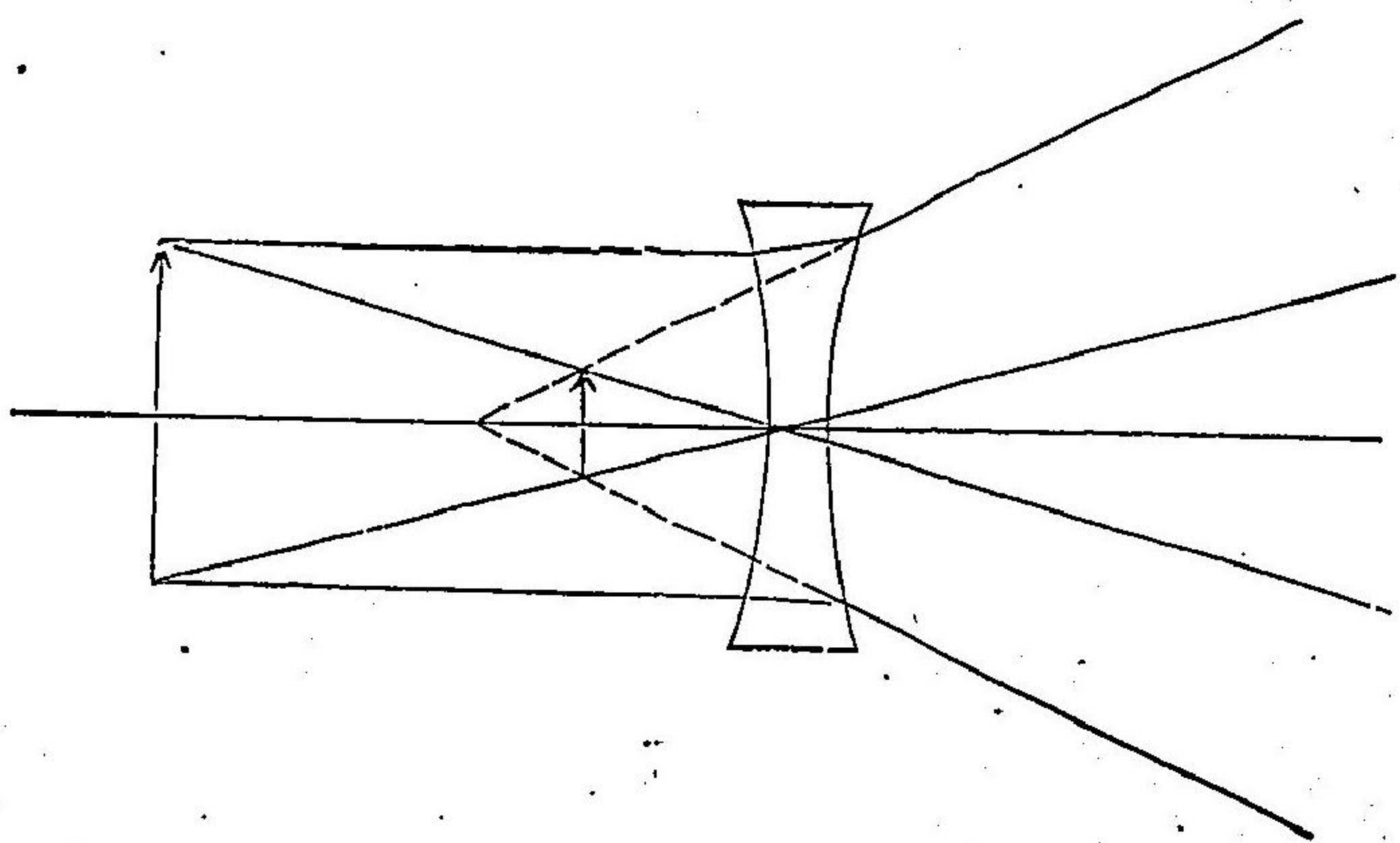
一五〇



第五編 光 第三章 光の屈折

に置き他側にありてレンズを通して見るときは實物より小なる正立したる虚像を見るべし若

第九圖 漸次接近せしむるときは像は次第にレンズに接近し其の大き増大すれども常に實



第一〇〇圖

一五一



物よりは小なり

實驗、燭火の位置を變更して像の位置及び大小等を見よ

凹レンズによりて生ずる像を畫く法は第一〇〇圖を見れば別に説明を要せざるべし

### 設問、一四

- 一、水中を斜に見れば川底が淺く見え又は深き所にある魚が淺きにある如く見ゆるは何故なるか
- 二、ガラスの平面鏡の前に燭火を置き斜に見れば數箇相重りたる蠟火の映像を見るは何故なるか
- 三、頂天にある星の外總ての星は皆眞の位置より幾分か頂天に近づきて見ゆるといふ其の理由を説明せよ
- 四、レンズの凹凸を識別する法如何

## 第四章 光學の器械

### 一〇七、眼

眼は結晶レンズと稱する凸レンズありて物體の實像を網膜の上に生じ以て視覺をおこすものなれども物體の眼を隔つること適度ならざれば明瞭なる視覺を生ずること能はざるものなり而して凡そ八寸の距離に物體を置き最も明瞭なる視覺を得るものを正視といひ之れより大なるを遠視といひ小なるを近視といふ

實驗、各自明視の距離を測り見よ

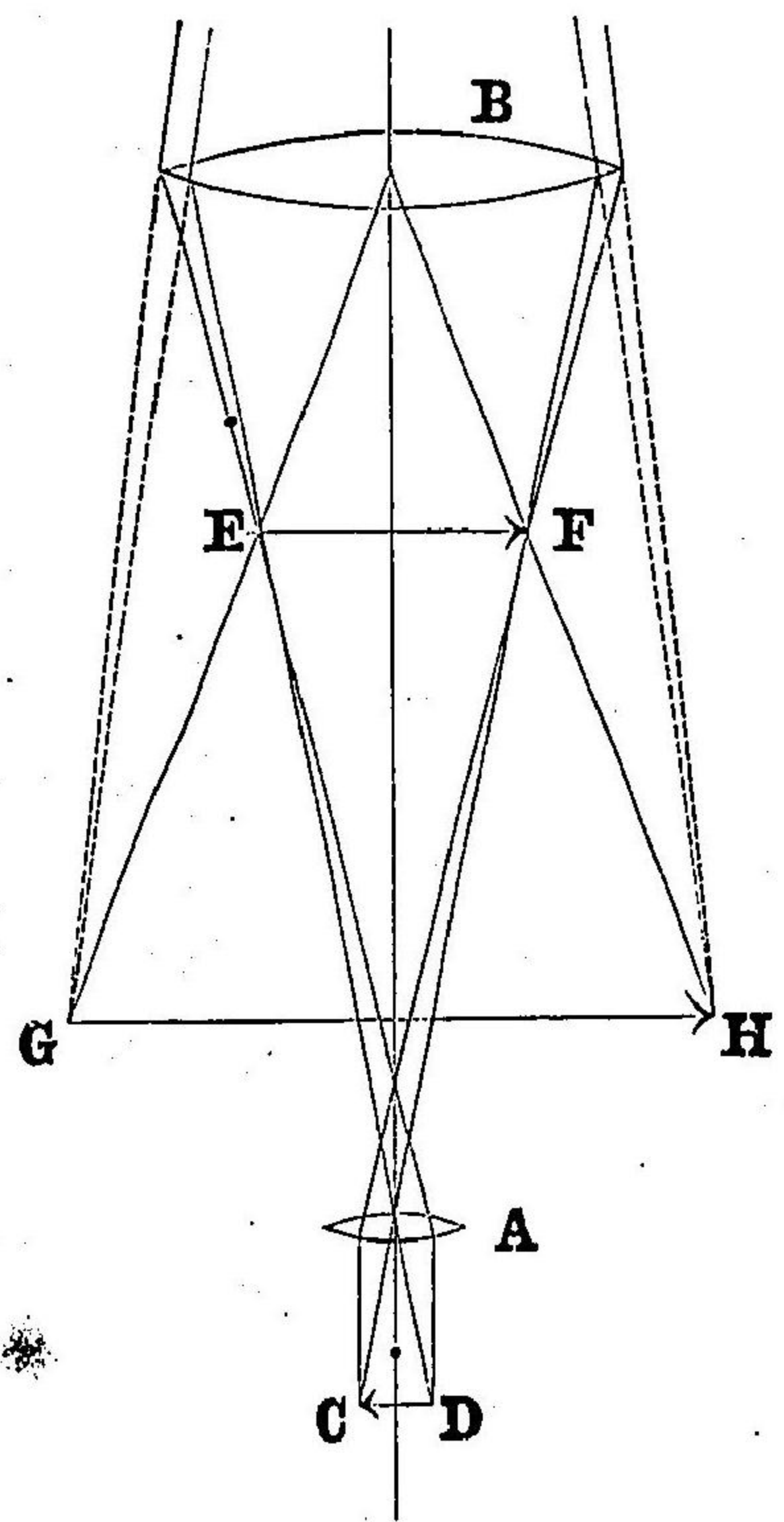
### 一〇八、顯微鏡

顯微鏡の簡單なるものは一箇の凸レンズにして物體を其の正焦點内に支持して見るときは物體は擴大せられてあらはるゝものなり之れを單顯微鏡又は蟲



眼鏡といふ

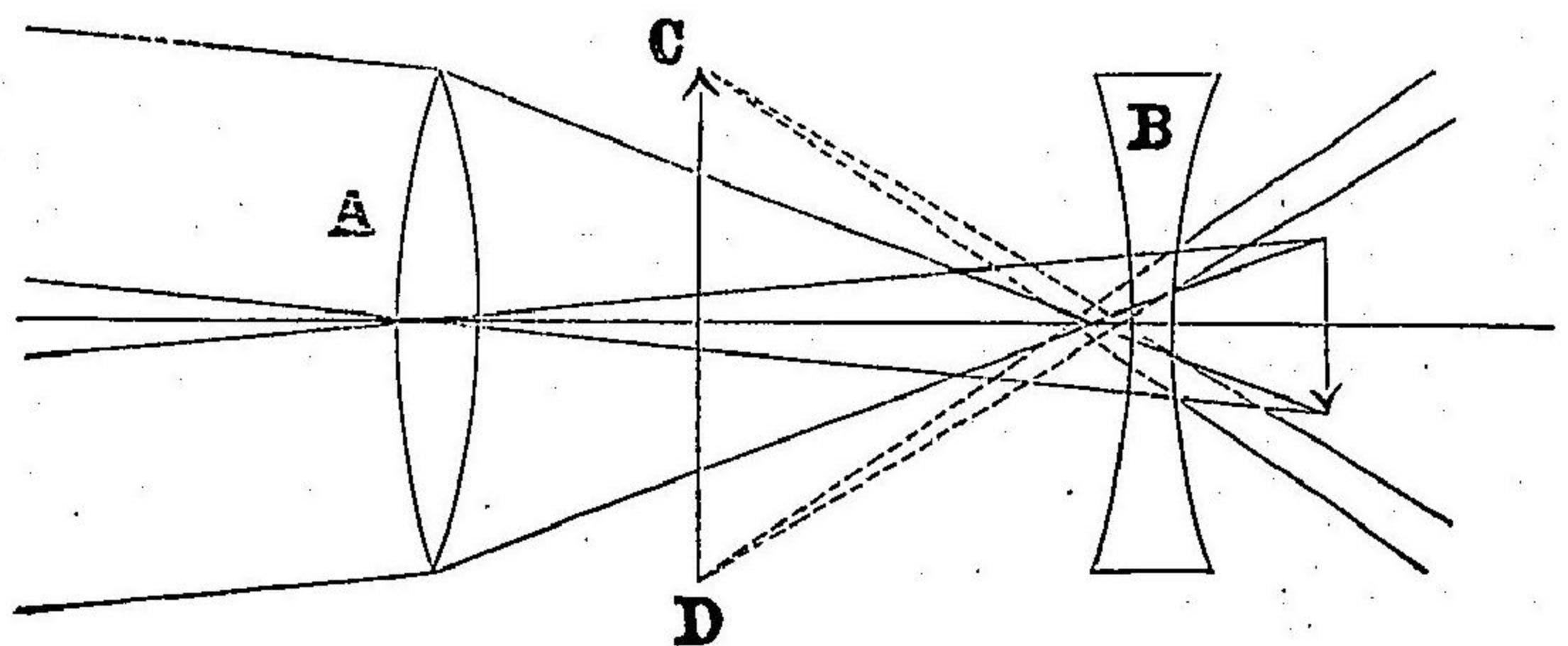
複顯微鏡は第一〇一圖の如く對物レンズAと接眼レンズB



第一〇一圖

とを組み合せたるものなり物體CDを對物レンズの正焦點外に置き強き光を入れて點らせば對物レンズによりて

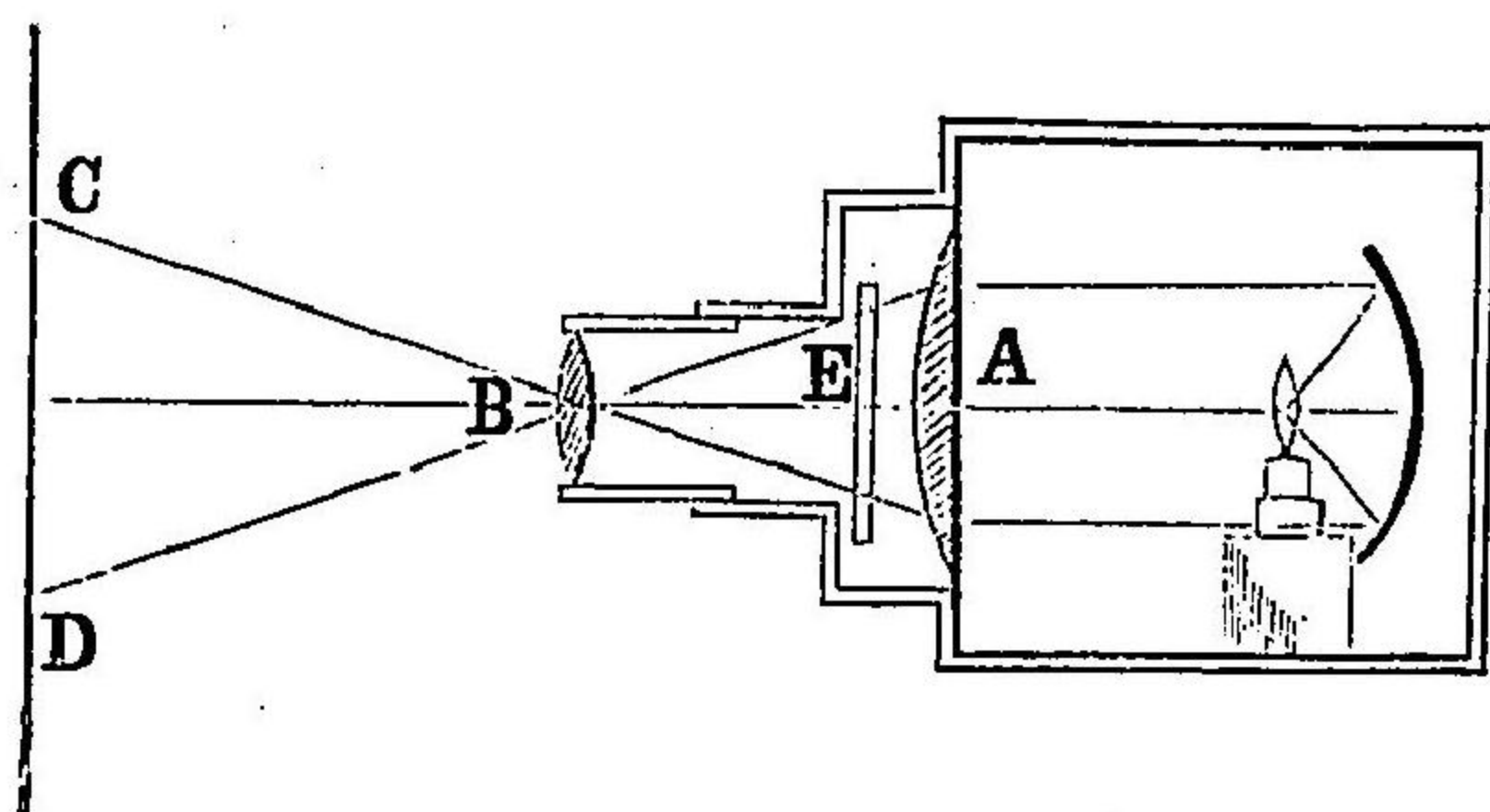
實物より大なる實像EFを形成すべし而して此の像の位置を接眼レンズの正焦點内にあらしむれば像は更に擴大せられて倒立せる虚像GHを見ることを得るなり



第一〇二圖

一〇九、望遠鏡 望遠鏡の種類種々あれどもこれには普通使用せらるる双眼鏡を擧ぐべし双眼鏡は對物レンズ(凸)と接眼レンズ(凹)とよりなり物體より來る光線は對物レンズによりて屈折せしめられ未だ實像を形成せざる前に接眼レンズを置くが故に發散せしめられて正立せる虚像CDを見るを得るなり  
一〇三圖は幻燈の構造を示したるものにてランプを凹面鏡の正焦點に置いて光線を反射せしめ凸レンズAによりて光を集め以て畫



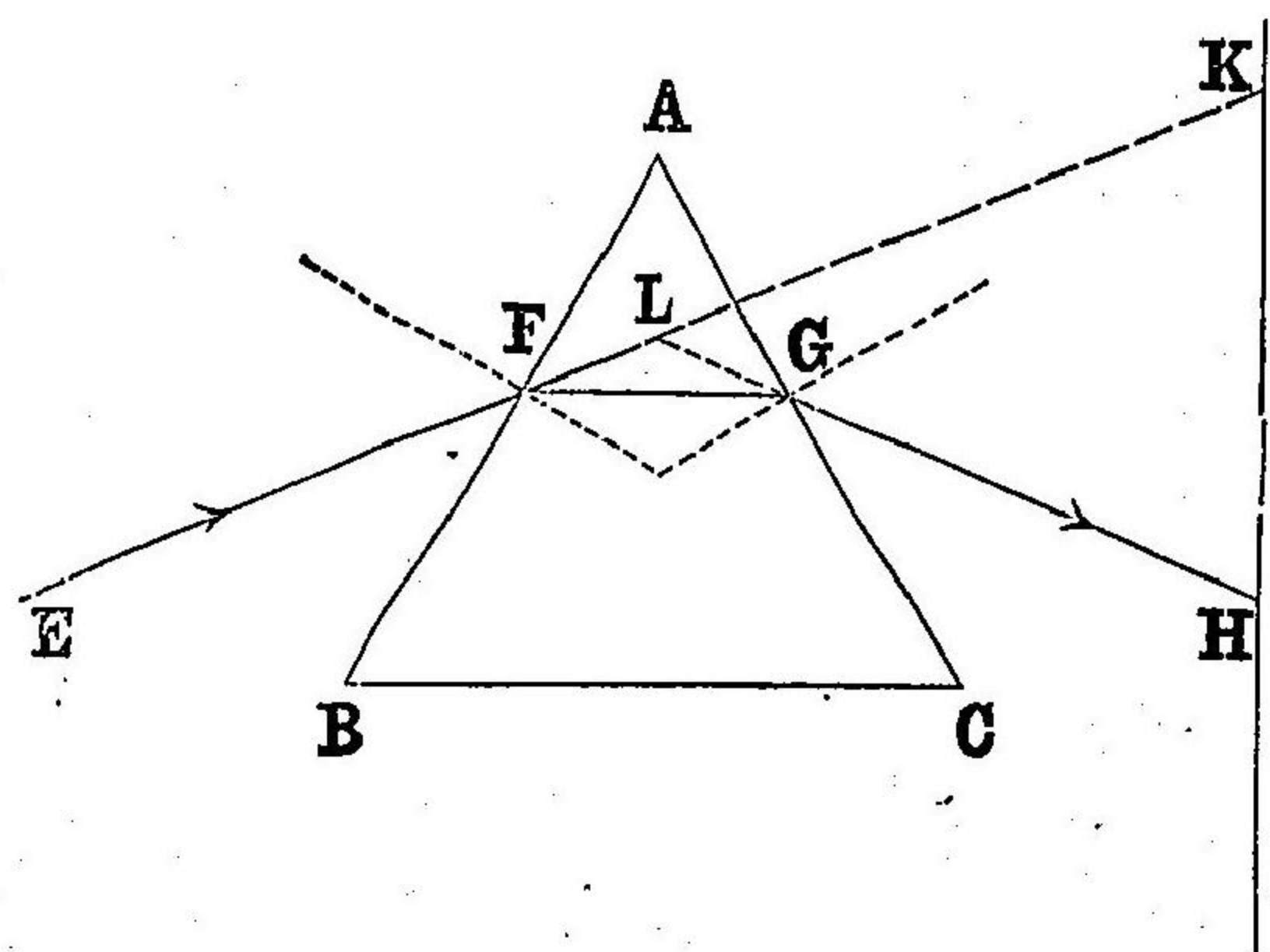


第一〇三圖

板Eを照らさしむるときは畫板より發したる光線は凸レンスBの爲めに實像を障子にあらはすものなり但しレンスBの位置は前後に動かして得るものなれば適宜調節して障子に明瞭なる像を形成せしむるを要す

### 第五章 光の分散及び色

一一一、プリズムはガラス若しくは其の他の透明體にて作り兩面若干の角度をなせるものなり



第一〇四圖

第一〇四圖をプリズムの截面とし斜に光線EFを其の一平面ABに投射せしむれば屈折してFGの方向に進み他の平面ACより再び屈折してGHの方向に射出するを見る若しプリズムを置かざるときはEKの方向に進むべきにより投射線と射出線とのなせる角KLHはプリズムによりてなせる光のフレネリ

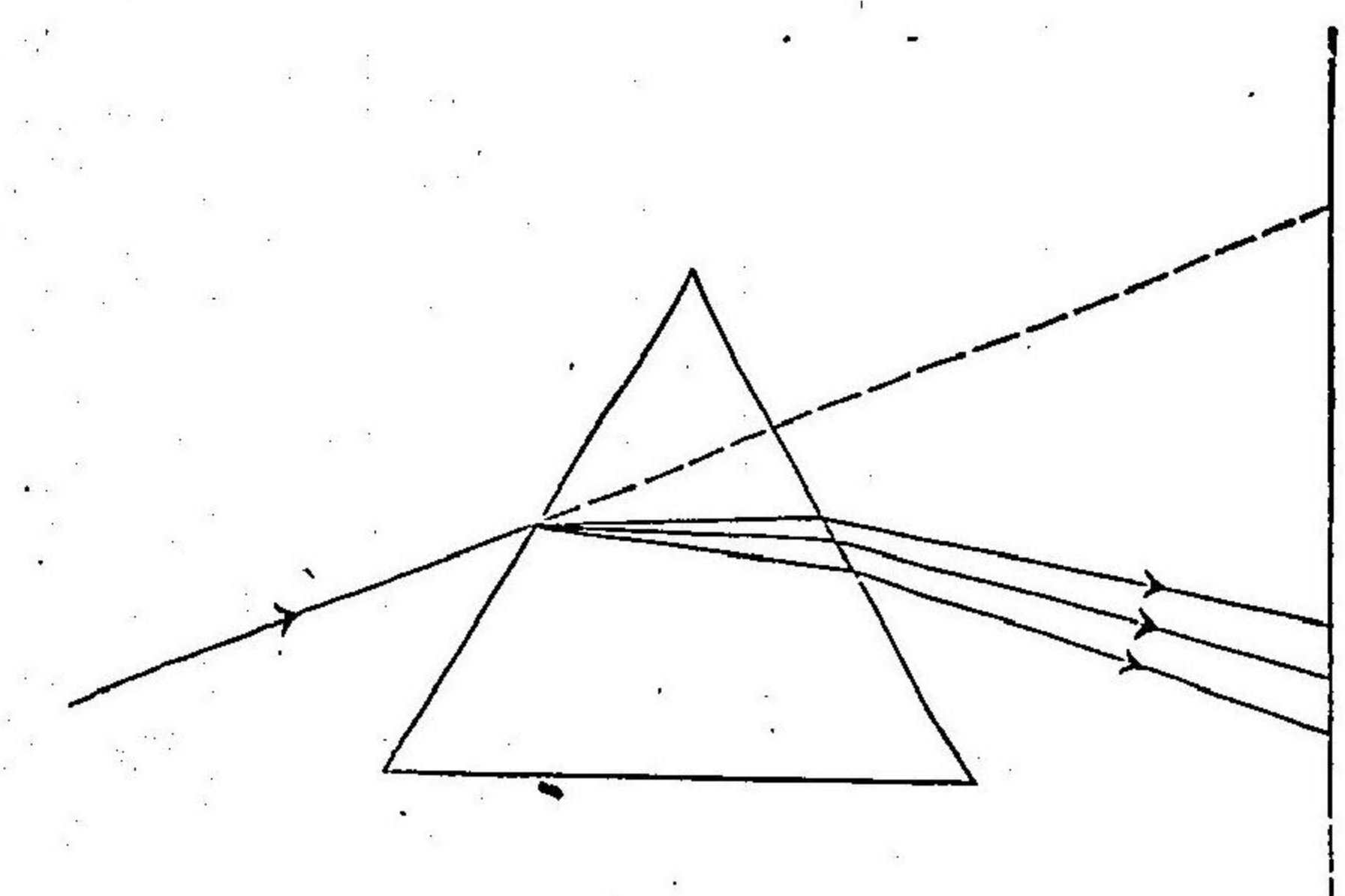
實驗 プリズムの側に燭火を置き他側よりプリズムを通



して見よ燭火の位置著しく變ずるを見る

一一二六 光の分散

實驗一 プリズムの稜(二平面の



第一〇五圖

交り)を暗室の細隙に並行に置き細隙より光を投射せしむれば光は屈折して障子に色帯をあらはすを見る而してフレの最も小なるは赤色にして橙黄色黄色綠色青色藍青色次第に之れに次ぎ藤色最も大なり」  
 實驗二 ガラスよりなる三角の空罫中に二硫化炭素を入れてプリズムとなし光を分散せしめよ其の色帯が一層美麗にして幅廣きを見

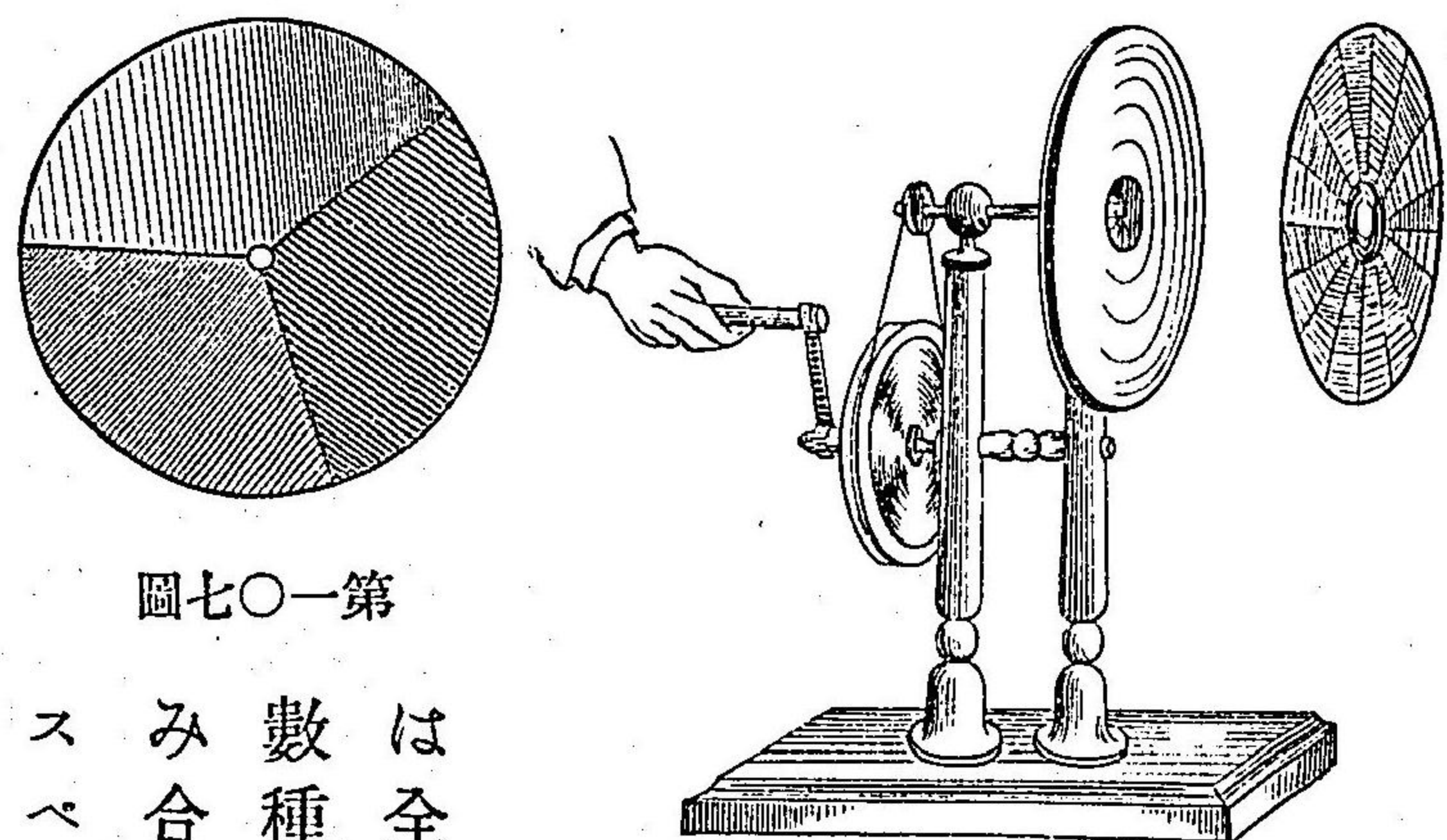
るべし

斯くの如き現象を光の分散といひ其の色帯をスペクトラムといふ太陽の光はプリズムにて分解することを得べきものなれば單純なる光にあらず其の成分の各種の色光は屈折の度を異にするが故にプリズムに入りて各異なりたる方向に射出したるなり而して特殊の點により七色に區分したれども實は無數の色よりなれるものなり

一一二七 補色

プリズムにて分散したる太陽のスペクトラムは之れを反對の位置に置きたる同形のプリズム又はレンズにて束集すれば再び元の如く白光となるものなり其の他スペクトラム中の任意二色をとりて混合すれば種々なる色をあらはすものにて吾人の經驗上見るところの各種の





第一〇六圖

色は多くは數種の色の混合したるものなり

一六〇

實驗、第一〇六圖に示せる廻轉機にて混合せんとする色にて彩色を施したる圓板を急速に廻轉せば眼は一種の混合色を認むべし而して混合する色の種類及び分量等を適宜加減せんとするに

は全面一種の色にて彩色せる紙製の圓板數種を具へ第一〇七圖に示す如く互に組み合するを可とす

スペクトラムの全部を混合すれば白色を

第一〇七圖

生ずるものなるが尙二種の色を混合するも亦同様の結果を生ずるものなり例へば赤色と帶青綠色とを混合すれば白色を生ずるが如し斯くの如く二色を混じて白色を生ずるときは其の一色を他の色の補色といふ左に補色の二三の例を擧ぐべし

- 赤色と帶青綠色 橙黄色と青色 黄色と濃青色 帶綠黄色と藤色

一一四、物體の色 太陽の光が物體の表面に投射し表面より光の成分の割合を變ぜずして反射するときには物體は白色に見ゆれども其の幾分を吸収するときには灰白色を呈し光の全部若くは殆ど其の全部を吸収するときには物體は暗黒となるものなり白紙を薄暗き所に置けば灰白色に見え尙一



層暗き所に移せば暗黒となるが如し

多くの色ある物體は太陽の光を受けて其の一部は表面より成分の割合を變ずることなく反射すれども他の一部は内部に入り其の一部分は吸収せられ一部分は内層より反射して再び外に出づるものなり而して其の吸収せられたる光が或る種類に限らるれば之れによりて内層より反射する光も異なるべく従つて物體は色付けられて見ゆるものなり例へばスペクトラムの赤色光が吸収せらるれば物體は其の補色たる帶青綠色に見ゆるが如し

又ガラスの如き透明體は内部にて或る種類の光を吸収し他の光を透過するものなるが故に斯くの如き物體を透して見るときは透過光の種類によりて種々の色をあらはすものなり

設問、一五

一、レンズを透して紙上の文字を見れば文字の周縁に色のつくを見るは何故なるか

二、遠視及び近視の人には如何なる種類の眼鏡を適當とするか

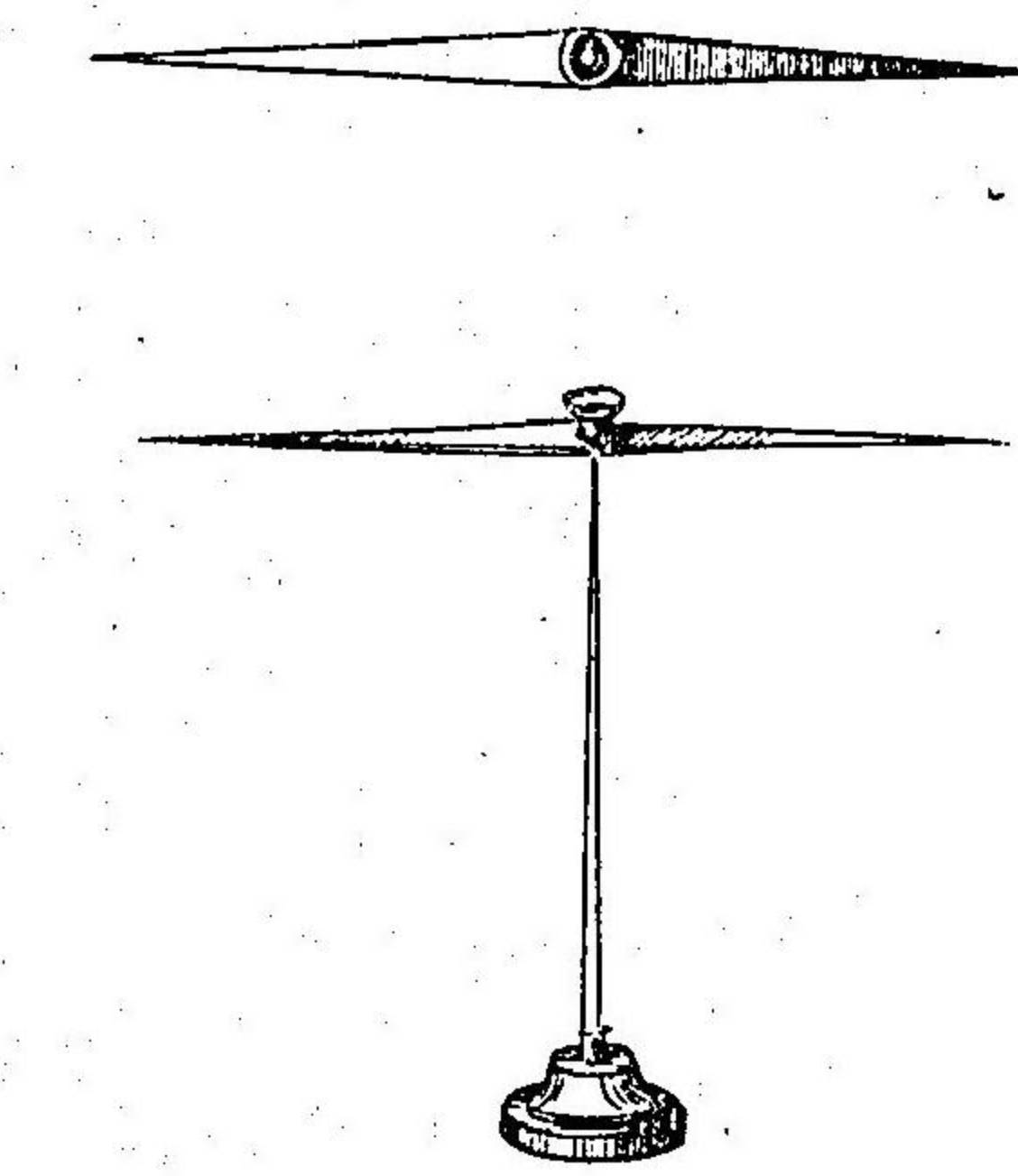
三、虹霓の現象をいへ且如何にして生ずるかを説明せよ



第六編 磁氣

第一章 磁石の性質

一一五、磁石 磁石の一端を鐵片に近付くれば鐵片は吸引せらるべし磁鐵鑛は天然に磁石の性を有すれども磁石は主として人工になりたるものを用ゐる人工磁石は鋼鐵にて作り棒狀針狀蹄鐵形等形狀種々あり



第一〇八圖

一一六、磁石の吸引及び拒斥 磁石は其の全體鐵を吸引するものにあらず兩端のみ作用を有するものなり其の兩端を磁

石の極と名づく今水平に廻轉し得べき磁石針(第一〇八圖)をとり如何に之れを動かすも靜止するときは皆一定の方向即ち殆ど南北を指すが故に磁石の南端を指南極といひ北端を指北極といふ

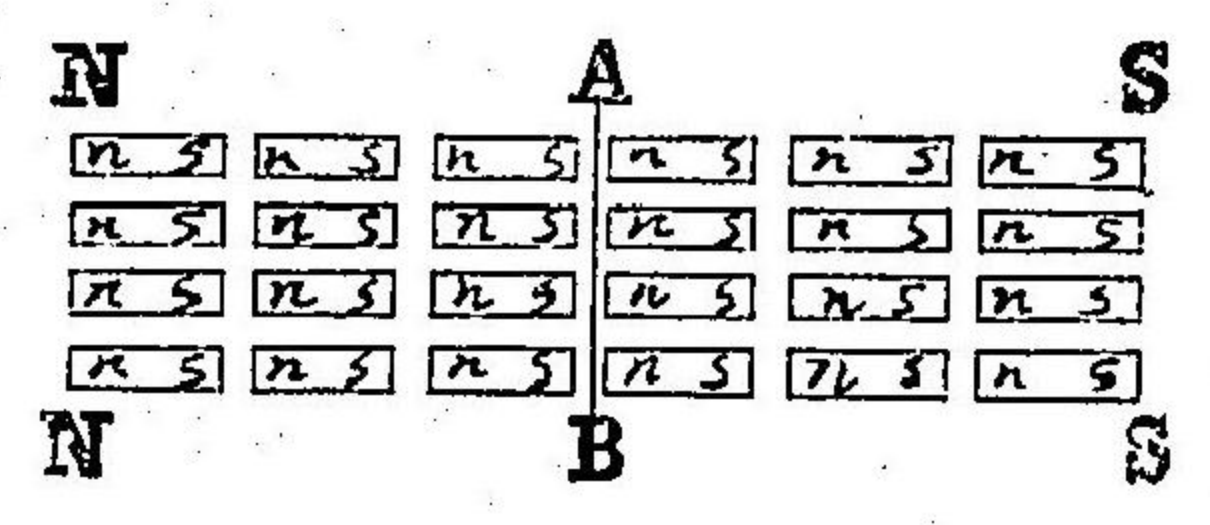
異なりたる二個の磁針をとり一磁針の指北極を他の磁針の指北極に近づかしむるか若しくは兩磁針の指南極を互に近づかしむるときは相互に拒斥して遠ざかるを見るべく又兩磁針の指北極と指南極とを互に接近せしむれば吸引して益々相接するを見るべし之れによりて左の法則を生ず

磁石の同種の極は相拒斥し異種の極は相吸引す

一一七、磁石に關する假定說 磁石となしたる針を中央より折り鐵粉中に入れなば鐵粉各片の兩端に附着し各

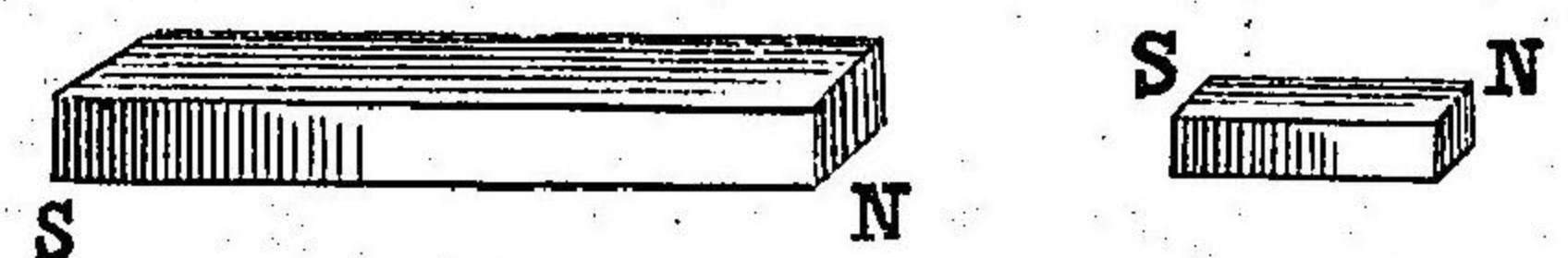


片獨立したる磁石となるを見るべし更に其の各片を數個に分截するも尙兩極を具へたる完全の磁石たるなり斯くの如くなれば磁石を組成せる微細の分子は各獨立したる磁石と考ふるを得べし第一〇九圖は此の推論に基きて構成したる假定説を示したるものにて各磁石分子は各兩極を具へ同種の極は皆同方向に並ぶ(Nは指北極Sは指南極を示す)とせば相隣接せる分子は異種の極を以て相對するが故に其の作用あらはれざるも兩端は同種の極のみなれば其の作用を現すべきなり此の假定によれば磁石を切斷せば各片磁石となる理を解説するを得べし前圖ABを切斷面とし截面に於ける磁石分子排列の状態を見れば各截片に兩



第一〇九圖

極を生ずる理を悟るべきなり  
鐵の如き磁石となり得べき物體の分子は何れも皆獨立の磁石分子なるも各分子一定の方向を有して排列することなきが爲めに磁力の現れざるものと考ふるを得べし  
一一八、磁氣の感應 軟鐵の一小片に磁石を接近すれば軟鐵は磁石の性を有するに至る之れを  
一 他の磁石にて試みれば磁石の指北極に接する端に指南極を生じ他端に指北極を生ずるなり斯くの如く磁石が他の鐵片を磁石となすを名づけて磁氣の感應といふ  
磁氣の感應は其の間に空氣ガラス若しくは其の他の物體を置くも作用を妨げらるゝ事なし而して軟

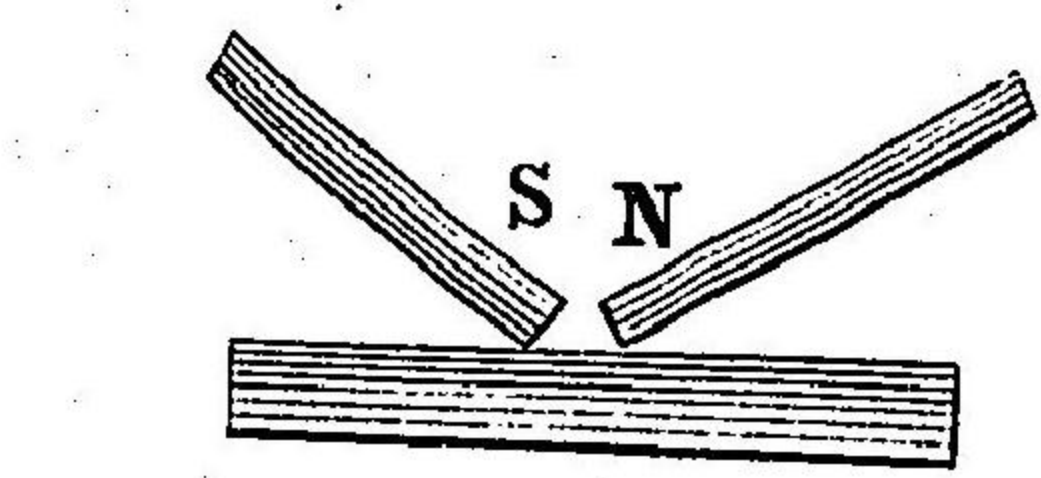


第一〇八圖

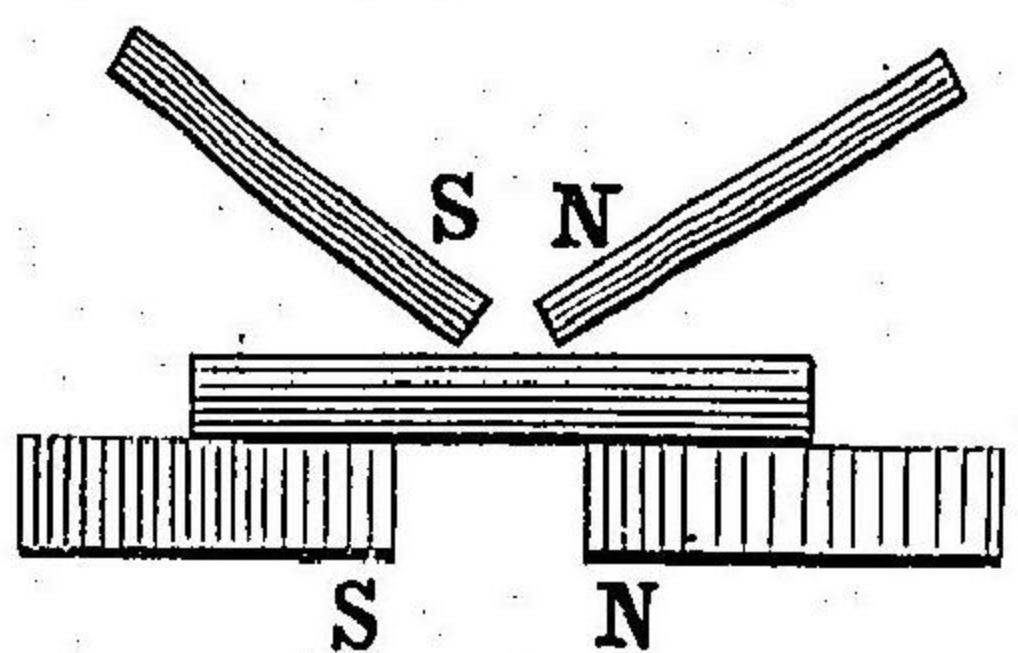


鐵は容易に感應せらるれども磁石を遠ざくれば忽ち磁性を消失すべく之れに反して鋼鐵は感應せらるゝ事容易ならざるも一旦磁石となりたる以上は容易に磁性を失ふ事なし

一一九、磁石を作る法



第一圖



第二圖

進み行きたる方の端に其の極と異種の極を生ずべし  
更に有力なる方法は第一一圖に示す如く鋼鐵棒の中央に

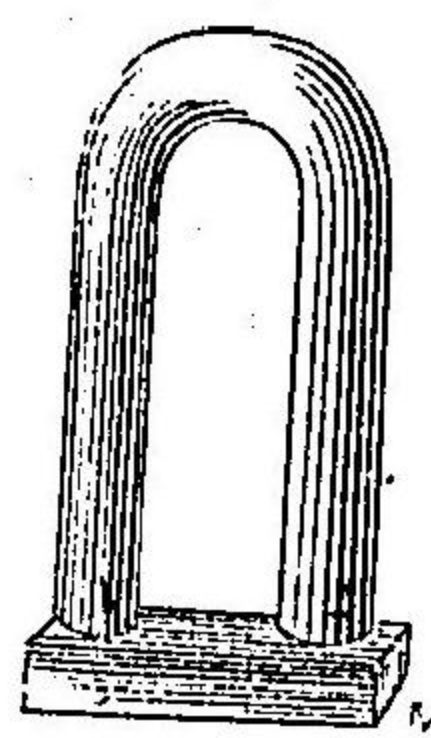
磁石を作る簡易なる法は磁石となさんとする鋼鐵棒を水平に置き強き磁石の一極を一端に接觸し其の端より他端に擦ること數回反覆すべし然るときは棒は感應により磁石となり磁石の極の

二個の強き磁石の異極を接觸し同時に中央より兩端に向つて擦り數回反覆せば強き磁石となるべし尙豫じめ第一一二圖に示す如く磁石を排列し其の上に鋼鐵の棒を横たへて上圖の手續を施さば尙一層良好なるべし  
其の他電氣によりて磁石を作る方法あれども其は動電氣の編に説かむ

一二〇、磁氣の消失

磁石は常に磁氣を消失する傾向あれば一旦磁氣付けたる磁石は漸次強さを減ずるものなり特に打撃して激震を與ふれば磁氣の消失も亦速かなり其の他磁石は之れを熱して紅熾すれば冷却したる後全く磁氣を消失するものなり  
磁石を久しく保存せんには渡しと稱するものを使用すべし





第一一三圖

渡しとは軟鐵片にして第一一三圖に示す如く磁石の兩極に接觸せしめ置くなり斯くすれば感應作用によりて兩極の磁氣を

一七〇

### 第二章 地球の磁氣

一一二、地球の磁氣 水平に廻轉し得べき磁針の靜止したる後は殆んど地球の南北を指示すると既に説明せるところなり今磁針の上に棒磁石を任意の方向に置かば磁針は棒磁石の方向と一致すべく又は糸にて水平に吊したる磁針を棒磁石の上に近づくれば磁針は棒磁石の方向と一致す之れに由りて見れば地球は一個の磁石にして其の北方に指

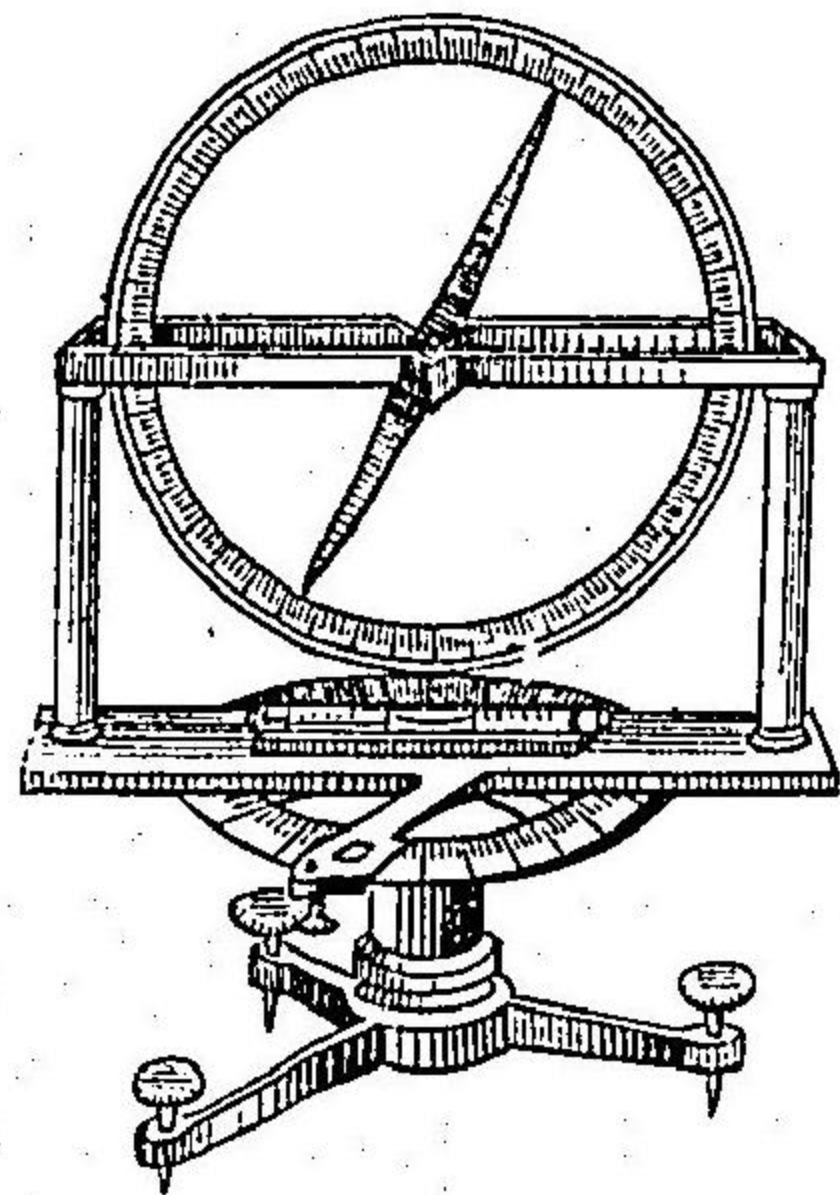
南極を有し南方に指北極を有する一大磁石なりと見るを得べく從て地球上磁針の南北を指示する理も解し得らるべきなり地球の磁極は地理學上の兩極と一致せざるものにて磁石の指南極は地球の北極より凡そ一千餘哩を隔て北緯七十度五分西徑九十六度四十六分の所にあり而して指北極の位置は南極の近傍にあるべきことは論なきも未だ精密に指定せられざるなり

#### 一一二、方位角及び傾角 磁針の指示する方向を

含む直立面が地面と交るところの線を磁石の子午線といふ而して磁石の子午線と地理學上の子午線とのなす角を方位角といふ方位角は所によりて異なり明治二十八年東京の方位角は西四度二十一分なり航海上羅針盤の必要なること勿論



なるが又其の地に於ける方位角を知ること肝要なり  
磁針の重心を貫ける軸にて支へたる磁針をとり磁石の子午  
線の平面内に磁針を廻轉せしむる如く置かば磁針は水平な  
らずして水平と若干の角度をなすべし其の角度を傾角とい



第一四圖

ふ傾角を測る器機を傾斜儀といふ  
(第一一四圖赤道近傍にては傾角殆  
ど零度なれども北方に進むに従ひ  
増加し磁極に至れば磁針は直立す  
べし明治二十八年東京の傾角は凡

そ四十九度なりき

方位角及び傾角は徐々に變更するものにて一定したるもの  
にあらず

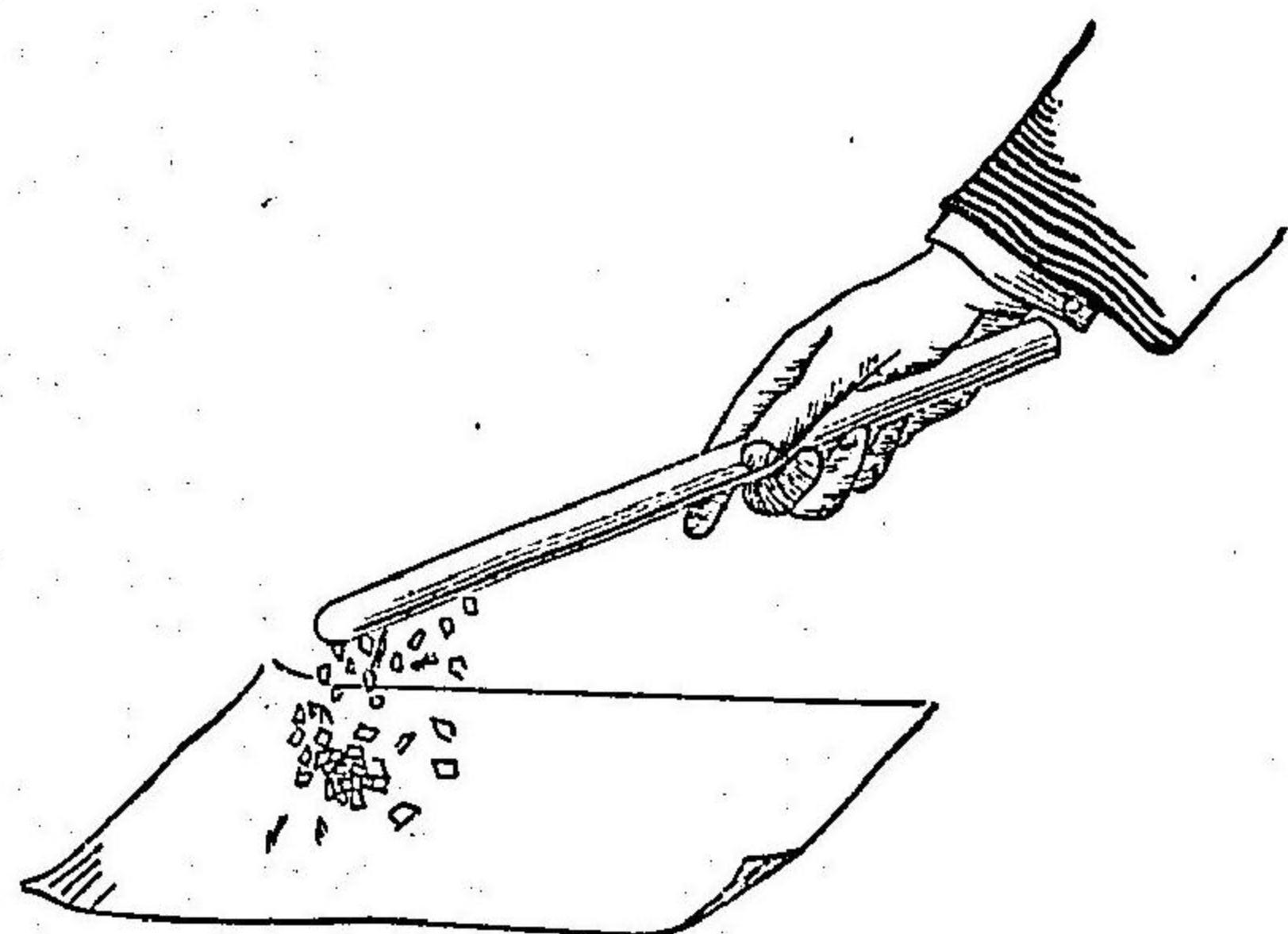
設問、一六

- 一、磁石の極の名を定むる法如何
- 二、地球の磁極にて磁針の直立するは何故なるか
- 三、南半球にては磁針の何れの端が傾斜をなすか



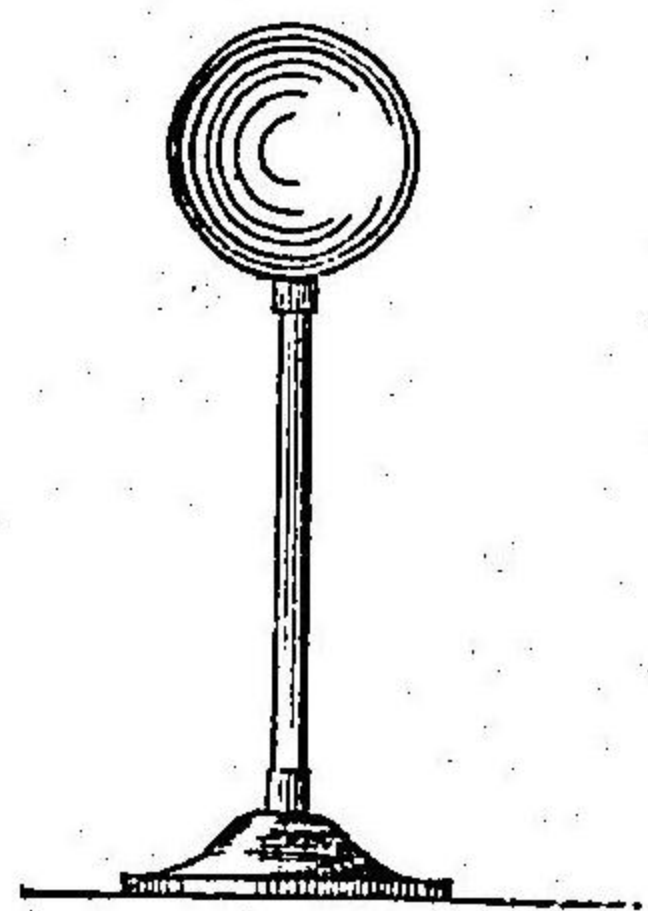
第七編 靜電氣

第一章 電氣の發生



第一一五圖

一二三、電氣の發生 實驗  
 一 ガラス棒又は封蠟樹脂等の物體を猫皮、毛布又は絹布と摩擦し之れを燈心、紙片又は煙草の粉末等の如き輕體に接すれば之れ等の輕體は直ちに吸引せらるべし(第一一五圖)斯くの如きを發電したりといふ  
 實驗二 金屬も猫皮又は絹布にて摩擦すれば發電するものにて第一



第一一六圖

一六圖に示す如く眞鍮の球をガラス柱にて支へ猫皮にて打たば眞鍮の球は輕體を吸引する性を有すべし  
 實驗三 半紙をあぶりて乾かし爪又は

ゴム栓等にて文字又は畫を書き手早く煙草の粉末を散布したる所を掩へば煙草の粉末は發電したる所に附着するが故に文字又は畫をあらはすを認むべし

一二四、電氣の傳導 熱の傳導の如く或る種類の物體は電氣を傳導するものなり金屬は電氣の良導體にしてガラス若しくは絹布は電氣の不良導體なり  
 實驗一 銅若しくは眞鍮棒を手に持ちて絹布と摩擦し銅又は眞鍮棒に發電せるかを試みよ



實驗二一 ガラス棒の先端に銅棒を接合したるものをとり  
ガラス棒を握り銅を絹布にて摩擦せば銅の發電するを見る  
べし

左に導體、不導體に屬する物體の數種を擧ぐべし

導體 銀、銅、其他の金屬、木炭、水、

半導體 人體、綿、乾燥せる木材、大理石、紙、

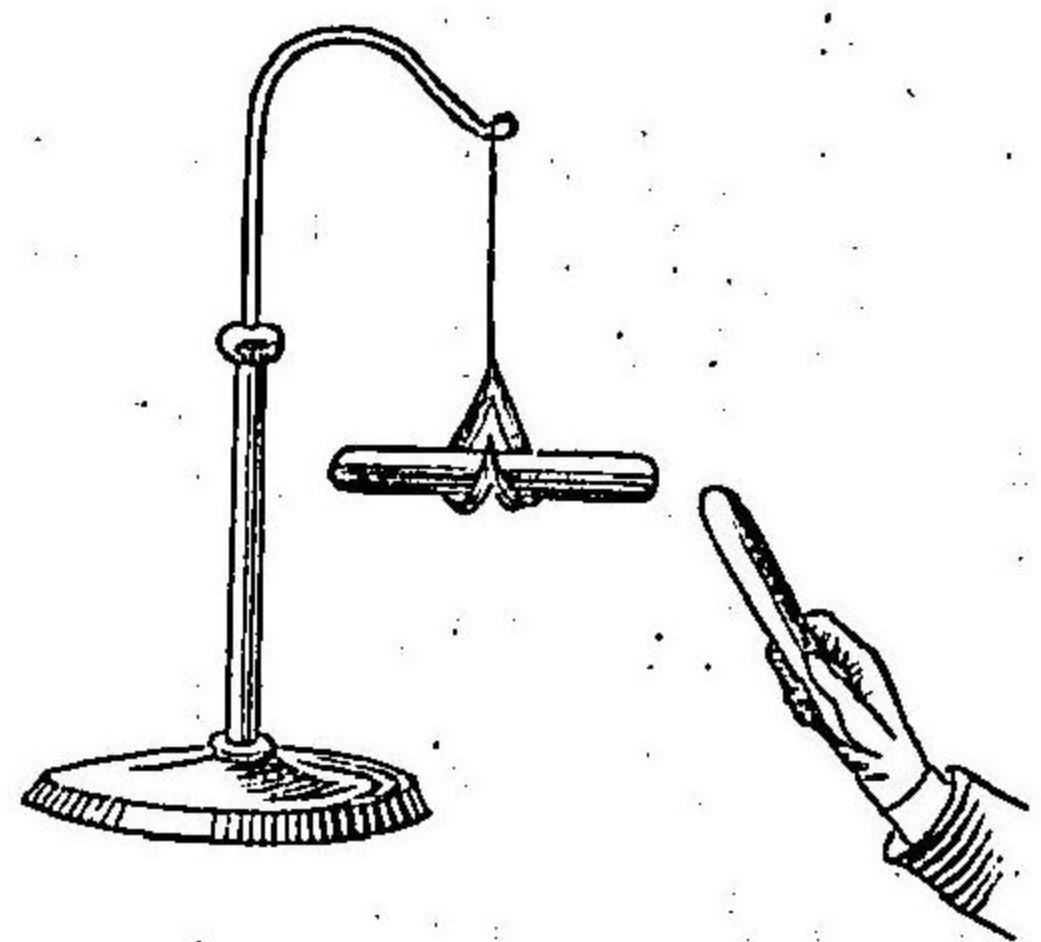
不導體 油、陶器、羊毛、絹、樹脂、ガタペルチャ、

シケラック、エボナイト、パラフィン、ガラス、乾燥せ

る空氣、

一二五、電氣の種類 實驗一 第一一七圖に示す如

き絹糸にて吊したる鉤に發電せるガラス棒をのせ之れに同  
様の方法にて發電したるガラス棒を近づければ吊されたる



第一一七圖

ガラス棒は拒斥せらるゝを見る

實驗二一 電氣振子(ガラス棒の端に絹糸

にて接骨木心の小球を吊したるもの)を

とり絹糸にて發電せしめたるガラス棒

を接して小球に電氣を與へ次に毛布に

て發電せしめたる封蠟棒を接近せしめ

ば小球は封蠟棒に吸引せらるべし或は第一一七圖に示せる

鉤に發電せるガラス棒をのせ之れに發電せる封蠟棒を接近

せしむるも同様に相吸引するを認むべし

以上の實驗につきて見ばガラス棒の電氣と封蠟棒の電氣と

は其の性質相異なるものにて電氣に二種あるを知るべし前

者を陽電氣といひ後者を陰電氣といふ而して又同種の電氣



は相拒斥し異種の電氣は相吸引するものなることを知るべし

一一二六、陰陽兩電氣の等量 物體が摩擦せられて發

電するときは一方向の物體にのみ發電するものにあらず但し其の電氣の種類は互に相異なりて一方が陽なれば他方は陰なり而して電氣の量は各相等し

實驗一 ガラス棒を摩擦したる絹布を第一一七圖に示せる器械の鉤にのせガラス棒を近づければ相吸引し毛布を以て摩擦したる封蠟棒を近づければ相拒斥す

實驗二 エポナイト(又は其の他の發電體)を毛布の袋に入れ摩擦して發電せしめ兩者を其の儘電氣振子に接近せしむるも何等の作用なけれども若し別に離して試みば發電の作用

あるを見るべし

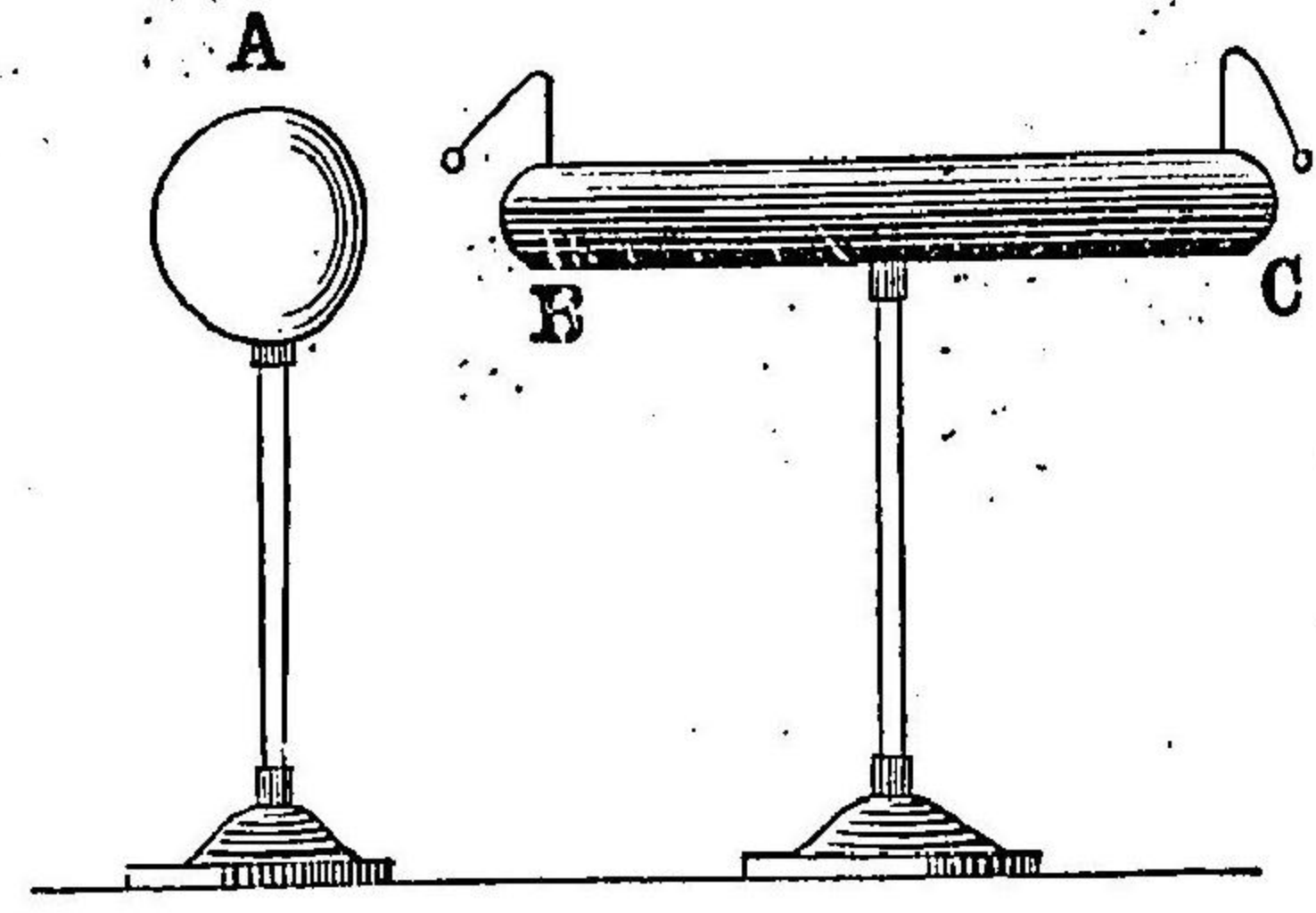
左の表は物體を摩擦して發電せしむるとき何れに如何なる種類の電氣が起るかを示したるものにて表中上方に位するものには陽電氣下方に位するものには陰電氣の起ることを示せり

毛皮、毛布、象牙、ガラス、絹、金屬、硫黃、ゴム、ガタベルチャ、

第二章 電氣の感應

一二七、感應 發電體を近づければ導體の發電體に近き部分に異種の電氣を生じ最も隔たりたる部分に同種の電氣を生ずるものなり斯くの如き發電を感應といふ



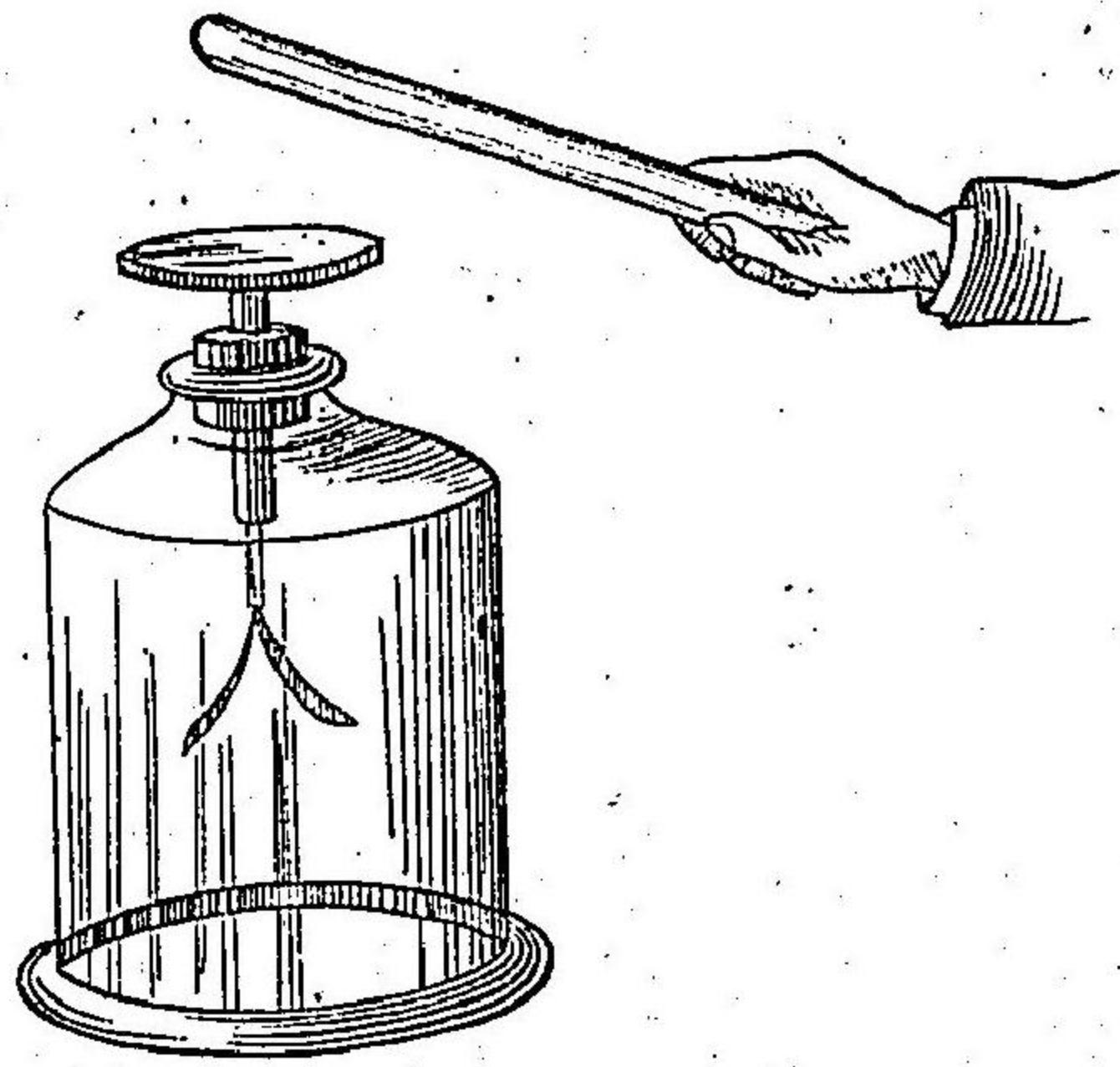


第一一八圖

實驗 第一一八圖のA及びBCは共に絶縁したる導體にてAを陽に發電せしめてBCに近づければ導體のAに近き部分Bに陰の發電あり遠き部分Cに陽の發電あるを見るべし感應によりて生ずる陰陽電氣の量が相等しきことは前の試験にて發電體を遠ざくれば電氣は陰陽相中和して全く發電の現象なきによりて知らるべし

一八〇

一二八、驗電器 發電を試験するには電氣振子の外金箔驗電器あり第一一九圖は金箔驗電器にしてガラス瓶に金



第一一九圖

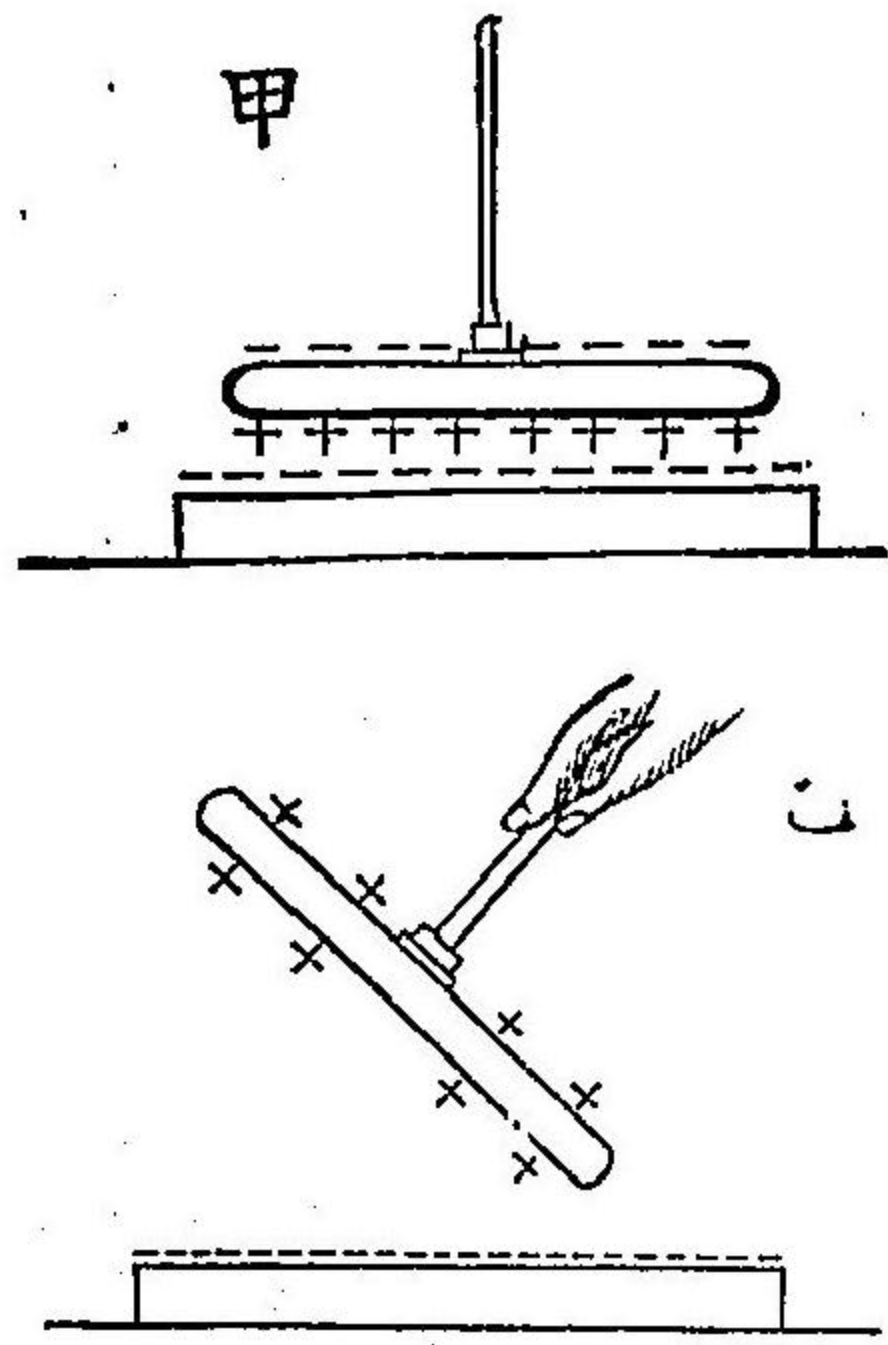
屬棒を貫きたる栓をはめ棒の下端に二枚の金箔を吊るし上端は金屬板若しくは球にて終れるなり而して瓶内には乾燥せしめんが爲め皿に濃硫酸を入れて置く可とす  
發電したるガラス棒を金箔驗電器の金屬板に近づければ感應によりて金屬板に異種の電氣起り最も遠き部分金箔に同種の電氣起るが故に二枚の金箔は互に拒斥して離開すべし其の金箔の開閉如何は即ち發電の有無を驗知するを得る徴なり  
發電の種類も亦驗するを得べきは前の如くして金箔を開か



しめ指を金箔板に觸るゝに金箔は忽ち閉合す之れ遊離したる電氣が人體を経て地面に逃れ去るが故なりこゝに於て指を去り發電ガラス棒をも去れば金屬板にありし異種の電氣は遊離するが故に金箔は再び離開すべし斯くしたる後ガラス棒の電氣と同種の發電をなせる物體を金屬板に近づければ金箔は閉合すべく異種に發電せる物體を近づければ金箔は益々離開するが故に電氣の種類を決定するを得るなり

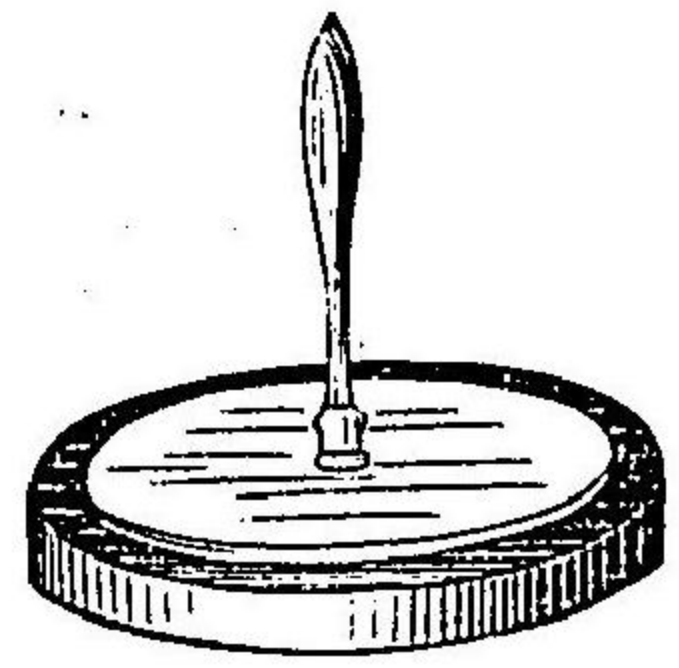
一一二九 電氣盆 電氣盆は感應の理に基きて作りたる發電機にして西曆一千七百七十五年ヴォルタ氏の發明したるものなり第一二〇圖は電氣盆にして金屬又は木製の盆に封蠟又はエポナイトを填めたるものとガラスの柄を付したる金屬の圓板とより成れるものなり今猫皮にて封蠟の表面

此の器械は幾回にても繰り返して發電せしむることを得るものなり



第一二一圖

遊離せる陰の電氣は地面に逃れ去るべければ手指をはなしガラスの柄をとりて金屬板を引き上げるときは陽に發電するを見るべし



第一二〇圖

を打たば封蠟の表面は陰に發電すべし之れに金屬の圓板をのせば封蠟の表面粗糙なるが爲めに數點の外密接することなし感應により金屬板の下面は陽に上面は陰に發電すべし即ち手指を上面に觸れなば